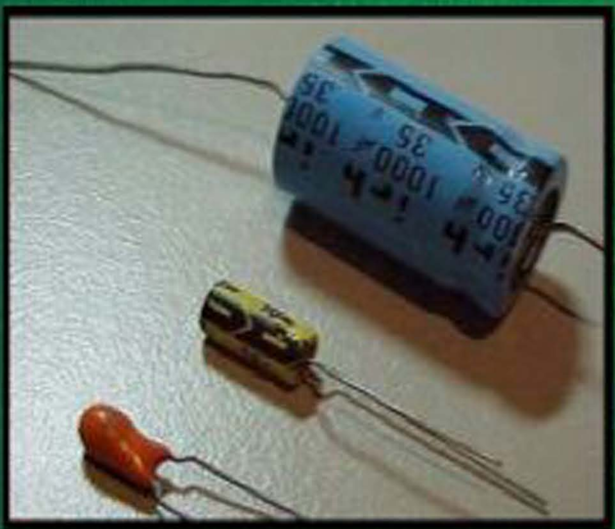
الفيزياء

السادس العلمي الاحيائي والتطبيقي

الفصل الأول : المتسعات



إعداد الأستاذ

عبد مسلم كشكول

Des: mostafa kh

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون﴾

انطلاقا من قول المصطفى (ص): ((زكاة العلم نشرهُ وتعليمهُ))

تضع شبكة مواقع رحلة التفوق في السادس التعليمية التربوية الخيرية بين ايديكم احدى اعمالها من ملازم مرحلة السادس الاعدادي هذه المرحلة الهامة والمصيرية في حياة اعزائنا الطلبة وخاصة المتعففين منهم ولمن يتعذر عليه اقتناء هذه المساعدات المدرسية في محافظاتنا العراقية العزيزة بهدف النهوض وتطوير الواقع التعليمي ولو بالجزء اليسير.

إذ أن شبكتنا لاتقتصر عاى نشر الملازم المدرسية فقط أنما تقوم بنشر الدروس المرئية المجانية لاكفأ التدريسيين بالاضافة الى مجموعة قنواتنا التدريسية وكذلك الارشادات والنصائح وطرق الدراسة الصحيحة هذا من جهة. أما من جهة أخرى فهو كسر لشوكة بعض المحسوبين على الكادر التدريسي ممن يرفضون نشر ملازمهم والتعاون مع ابنائهم الطلبة ليأخذوا من المال هدفا أهم ويتناسوا مصلحة الطالب والواقع التعليمي المتدني.

علماً ان كادر الشبكة والقائمين عليها هم مجموعة من الشباب العراقي الواعي المثقف بالاضافة الى تعاون بعض المدرسين الكرام كما واننا غير تابعين لاي جهة كانت رسمية او غير رسمية انما سر تجمعنا وعملنا هو خيري بحت آملين من الله عز وجل ان يوفقنا لتقديم كل ما هو صالح لشعبنا و وطننا الحبيب.

كادر شبكة رحلة التفوق في السادس

٢٠١٥/٨/٢١



الفصل الاول

المتسعة والعازل الكهربائي

س/ نادراً ما يستخدم الموصل المنفرد المعزول لتخزين الشحنات الكهربائية ؟ علل ذلك ؟

ج/ لأنه يستوعب شحنة محددة وان الاستمرار في اضافة الشحنات عليه يؤدي الى ازدياد جهده وذلك بزيادة فرق الجهد بينه وبين الاجسام المحيطة به (الهواء مثلاً) وعندها يزداد المجال الكهربائي الى الحد الذي يحصل عنده التفريغ الكهربائي خلال الهواء المحيط به .

س/ هل يمكن صنع جهاز يمكنه تخزين مقادير كبيرة من الشحنات الكهربائية ؟

ج/ نعم بواسطة المتسعة .

المتسعة : هي جهاز مؤلف من زوج من الصفائح الموصلة يفصل بينهما عازل معين ويستخدم لتخزين الشحنات الكهربائية (خزن الطاقة الكهربائية) .

س/ عدد الاشكال الهندسية للمتسعة ؟

ج/ 1 المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ورمزها ⊣⊢ او ⊣(

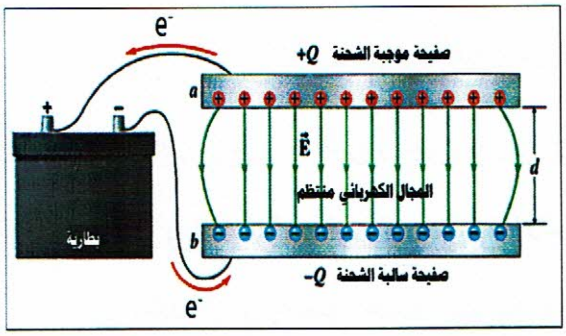
2 المتسعة ذات الكرتين المتمركزتين .

3 المتسعة ذات الاسطوانتين المتمركزتين .

ملاحظة : سندرس النوع الاول فقط .

المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين

شحن المتسعة :



يتم شحن المتسعة بربط احدى الصفيحتين بالقطب الموجب للبطارية فتظهر عليها شحنة موجبة $(+Q)$ وربط الصفيحة الاخرى بالقطب السالب للبطارية فتظهر عليها شحنة سالبة $(-Q)$.

الاستنتاج من عملية الشحن :

1. صافي الشحنة على المتسعة = صفر لان الصفيحتين مشحونة بنفس المقدار من الشحنة وبنوع مختلف : $Qt = Q - Q \Rightarrow Qt =$ صفر

2. عند زيادة شحنة الصفيحة يزداد جهدها وبالتالي يزداد فرق الجهد بين الصفيحتين (ΔV) الى ان يصبح فرق الجهد بين الصفيحتين يساوي فرق جهد البطارية (المصدر) فيكتمل الشحن (يتوقف الشحن) $Q \propto \Delta V$

3. ينشأ بين الصفيحتين مجال كهربائي منتظم بهيئة خطوط متوازية تنبع من الصفيحة الموجبة الى الصفيحة السالبة ويحسب مقداره من العلاقة .

$$E = \frac{\Delta V}{d} \text{ Volt/m}$$

(E) شدة المجال الكهربائي. (ΔV) فرق الجهد بالفولت (V). (d) البعد بين الصفيحتين بالمتر (m)

4. تختزن المتسعة مقداراً معيناً من الطاقة بشكل مجال كهربائي بين الصفيحتين .

س/ ما المقصود بسعة المتسعة ؟

ج/ النسبة بين شحنة اي من الصفيحتين الى مقدار فرق الجهد بينهما مقدار ثابت يسمى سعة المتسعة .

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

(C) سعة المتسعة بالفاراد (F) .

(Q) شحنة اي من الصفيحتين بالكولوم (C) .

(ΔV) فرق الجهد بين الصفيحتين بالفولت (V) .

الفاراد = $\frac{\text{كولوم}}{\text{فولت}}$ $F = \frac{C}{V}$



س/ ما المقصود بسعة المتسعة ؟

ج/ مقياس لمقدار الشحنة المختزنة على اي من الصفيحتين لتوليد فرق جهد معين بينهما .

ملاحظة : وحدة الفاراد كبيرة نسبياً فتقدر السعة بأجزاء الفاراد .

كولوم C $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ mC ملي كولوم

كولوم C $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ μC مايكرو كولوم

كولوم C $\xrightarrow{\times 10^{-9}}$ nC نانو كولوم

كولوم C $\xrightarrow{\times 10^{-12}}$ pC بيكو كولوم

F $\xrightarrow{\times 10^{-3}}$ mF ملي فاراد

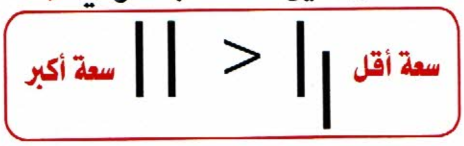
F $\xrightarrow{\times 10^{-6}}$ μF مايكرو فاراد

F $\xrightarrow{\times 10^{-9}}$ nF نانو فاراد

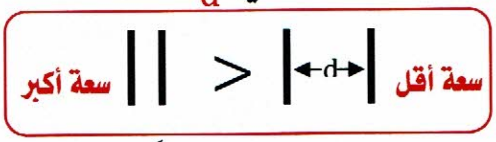
F $\xrightarrow{\times 10^{-12}}$ pF بيكو فاراد

س/ ما هي العوامل المؤثرة في مقدار سعة المتسعة ؟

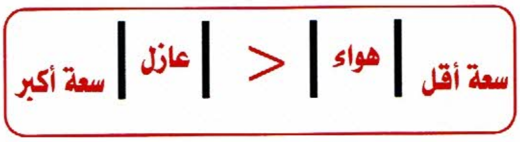
ج/ 1 المساحة السطحية المتقابلة للصفيحتين التناسب طردي $(C \propto A)$.



2 البعد بين الصفيحتين (التناسب عكسي $C \propto \frac{1}{d}$)



3 نوع العازل بين الصفيحتين (ادخال عازل بدلاً من الهواء يزيد سعة المتسعة) .



ملاحظة :

1 سعة المتسعة بوجود الفراغ (الهواء) تعطى بالعلاقة :

$$C = \frac{\epsilon_\circ A}{d}$$

$\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{N\,m^2}$ السماحية الكهربائية للفراغ .

2 سعة المتسعة بوجود العازل تعطى بالعلاقة :

$$k = \frac{C_k}{C} \qquad C_k = k\,C \qquad C_k = k \frac{\epsilon_\circ A}{d}$$

(k)(ثابت العزل) : هو النسبة بين سعة المتسعة بوجود العازل وسعتها بوجود الفراغ (الهواء) وهو:

1 قيمته اكبر من واحد .

2 عدد مجرد خالي من الوحدات .

ملاحظة : لحل المسائل المتعلقة بماذا يحصل لسعة المتسعة اذا تغيرت المساحة المتقابلة (A) فقط او تغير البعد (d) فقط نطبق .

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

عند تغير البعد فقط

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{A_1}{A_2}$$

عند تغير المساحة فقط

السعة	البعد
C ↓ نقصان	d ↑ زيادة

السعة	المساحة
C ↑ زيادة	A ↑ زيادة

ملاحظة: عند ذكر عبارة :

1. اصبحت المساحة المتقابلة ضعف ما كانت عليه $A_2 = 2A_1$
2. اصبحت المساحة المتقابلة اربعة امثال ما كانت علية $A_2 = 4A_1$
3. اصبحت المساحة المتقابلة نصف ما كانت علية $A_2 = \frac{1}{2}A_1$
4. اصبحت المساحة المتقابلة ربع ما كانت علية $A_2 = \frac{1}{4}A_1$
5. اصبح البعد بين الصفيحتين ثلث ما كانت علية $d_2 = \frac{1}{3}d_1$
6. اصبح البعد بين الصفيحتين خمس ما كان علية $d_2 = \frac{1}{5}d_1$
7. اصبح البعد بين الصفيحتين ثلاثة امثال ما كان عليه $d_2 = 3d_1$

مثال متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين قربت صفيحتيها حتى صار البعد بينهما ثلث ما كان عليه فكم تصبح سعتها الجديدة ؟

الحل

$$d_2 = \frac{1}{3} d_1$$

$$\because \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{\frac{1}{3} d_1}{d_1} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \frac{d_1}{3d_1}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow C_2 = 3C_1$$

∴ السعة تصبح ثلاثة امثال ما كانت علية

اسئلة الواجب

س١/ ماذا يحصل لسعة المتسعة اذا قرب لوحيها واصبح البعد بينهما سدس ما كان عليه ؟

س٢/ ماذا يحصل لسعة المتسعة اذا اصبحت المساحة المتقابلة بين الصفيحتين ربع ما كانت عليه ؟

س٣/ ماذا يحصل لسعة المتسعة اذا اصبح البعد بين الصفيحتين اربعة امثال ما كانت عليه ؟

س٤/ ماذا يحصل لسعة المتسعة اذا اصبحت المساحة المتقابلة بين الصفيحتين نصف ما كانت عليه ؟

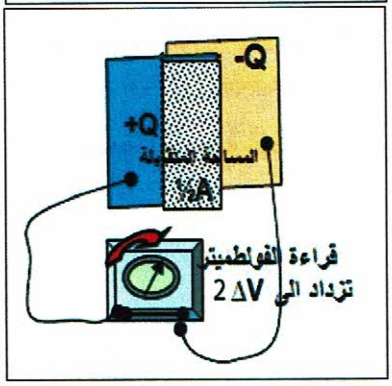
الجواب/ $\left(C_2 = 6C_1 , C_2 = \frac{1}{4} C_1 , C_2 = \frac{1}{4} C_1 , C_2 = \frac{1}{2} C_1\right)$

س/ وضح عملياً كيف يتغير مقدار سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بتغيير المساحة السطحية المتقابلة ؟



ج/ 1 نأخذ متسعة مشحونة بشحنة معينة (Q) ومفصولة عن المصدر الشاحن ومربوطة لطرفي جهاز الفولتميتر فتكون قراءته :

(ΔV) عندما كانت المساحة A



2 نقلل المساحة المتقابلة الى نصف ما كانت عليه (مع بقاء الشحنة ثابتة) نلاحظ ان قراءة الفولتميتر تصبح ضعف ما كانت عليه اي :

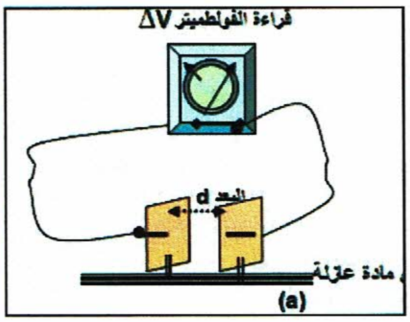
(2ΔV) عندما اصبحت المساحة $\frac{1}{2}A$

وحسب العلاقة $C = \frac{Q}{\Delta V}$

تقل سعة المتسعة بزيادة فرق الجهد (بثبوت الشحنة Q) اي :

سعة المتسعة تتناسب طردياً مع المساحة $C \propto A$

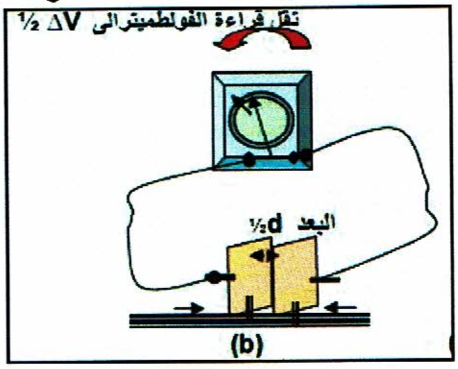
س/ وضح عملياً كيف يتغير مقدار سعة المتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بتغيّر البعد بين الصفيحتين ؟



ج/ 1 نأخذ متسعة مشحنه بشحنة معينة (Q) ومفصولة عن المصدر الشاحن ومربوطة لطرفي جهاز الفولتميتر فتكون قراءته :

(ΔV) عندما كان البعد d

2 تقل البعد بين الصفيحتين الى نصف ما كان عليه (مع بقاء الشحنة ثابتة) نلاحظ ان قراءة الفولتميتر تصبح نصف ما كانت عليه اي :



$\frac{1}{2}\ \Delta V$ عندما اصبح البعد $\frac{1}{2}\ d$

وحسب العلاقة $C = \frac{Q}{\Delta V}$

تزداد سعة المتسعة بنقصان فرق الجهد (بثبوت الشحنة Q) اي :

سعة المتسعة تتناسب عكسياً مع البعد $C \propto \frac{1}{d}$

ملاحظات

1 لإيجاد سعة المتسعة عن طريق الابعاد نطبق :

$$C = \frac{\epsilon_{\circ} A}{d}$$

2 لإيجاد سعة المتسعة عن طريق الشحنة وفرق الجهد :

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

$$\frac{Q}{C \times \Delta V}$$

3 لإيجاد مقدار شدة المجال الكهربائي نطبق :

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

حيث :

(E) شدة المجال الكهربائي $\frac{Volt}{m}$

(ΔV) فرق الجهد بالفولت V

(Q) الشحنة المختزنة على اي من الصفيحتين بالكولوم C

(C) سعة المتسعة بالفاراد F

(d) البعد بين الصفيحتين بالمتر m

4 لإيجاد المساحة A :

اذا كانت كل من الصفيحتين مربعتي الشكل نطبق :

A = طول الضلع × نفسه

* اذا كانت كل من الصفيحتين على شكل مستطيل نطبق .

A = الطول × العرض

$\epsilon_\circ$ السماحية $8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$

$\epsilon_\circ$ = السماحية الكهربائية للفراغ

$mm \xrightarrow{\times 10^{-3}} m$ (ملي متر)

$cm \xrightarrow{\times 10^{-2}} m$ (سنتي متر)

$mm^2 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^2$

$cm^2 \xrightarrow{\times 10^{-4}} m^2$

مثال متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتها $(0.5cm)$ وكل من صفيحتيها مربعه الشكل طول ضلع كل منها $(10cm)$ ويفصل بينهما الفراغ (علماً أن سماحية الفراغ $(\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{c^2}{N.m^2})$. ما مقدار .

1 سعة المتسعة . 2 الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها بعد تسليط فرق جهد $(10V)$ بينهما .

الحل $A =$ طول الضلع × نفسه

$$A = 10cm \times 10cm \Longrightarrow A = 100cm^2$$

المساحة
$$A = 100 \times 10^{-4}m^2 \Longrightarrow A = 10^{+2} \times 10^{-4} \Longrightarrow A = 10^{-2}m^2$$

$$d = 0.5cm \Longrightarrow d = 0.5 \times 10^{-2}m$$

البعد بين الصفيحتين
$$d = 5 \times 10^{-1} \times 10^{-2} \Longrightarrow d = 5 \times 10^{-3}m$$

$$\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \Longrightarrow \epsilon_\circ = 885 \times 10^{-2} \times 10^{-12}$$

$$\epsilon_\circ = 885 \times 10^{-14} \frac{C^2}{Nm^2}$$

$$C = \frac{\epsilon_\circ A}{d} \Longrightarrow C = \frac{855 \times 10^{-14} \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-3}}$$

$$C = \frac{885 \times 10^{-16}}{5 \times 10^{-3}} \Longrightarrow C = \frac{885 \times 10^{-16} \times 10^{+3}}{5}$$

$$C = 177 \times 10^{-13}F$$

$$Q = C\,\Delta V$$

$$Q = 177 \times 10^{-13} \times 10^{+1} \Longrightarrow Q = 177 \times 10^{-12}C$$

مسائل واجب

س١/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بين صفيحتيها 4cm وكل من صفيحتيها مربعتي الشكل طول ضلع كل منهما 20cm ويفصل بينهما الفراغ علماً ان سماحية الفراغ $\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$ جد :

1. سعة المتسعة .
2. الشحنة المختزنة في اي من الصفيحتين بعد تسليط فرق جهد 20V بينهما .

الجواب/ $(885 \times 10^{-14}F\,, 177 \times 10^{-12}C)$

س٢/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين البعد بينهما 0.4cm وكل من صفيحتيها على شكل مستطيل ابعادها $(4cm \times 2cm)$ ويفصل الفراغ بينهما علماً ان سماحية الفراغ $\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$ جد :

1. سعة المتسعة .
2. الشحنة المختزنة في اي من الصفيحتين بعد تسليط فرق جهد 10V بينهما .

الجواب/ $(177 \times 10^{-14}F\,, 177 \times 10^{-13}C)$

س٣/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مساحة اي من صفيحتيها $100cm^2$ وفرق الجهد بين الصفيحتين 10V ومقدار الشحنة المختزنة على اي من الصفيحتين $177 \times 10^{-12}C$ جد شدة المجال الكهربائي بين الصفيحتين علماً ان سماحية الفراغ $\epsilon_\circ = 8.85 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2}$.

الجواب/ $\left(2 \times 10^{3} \frac{V}{m}\right)$

ربط المتسعات على التوازي

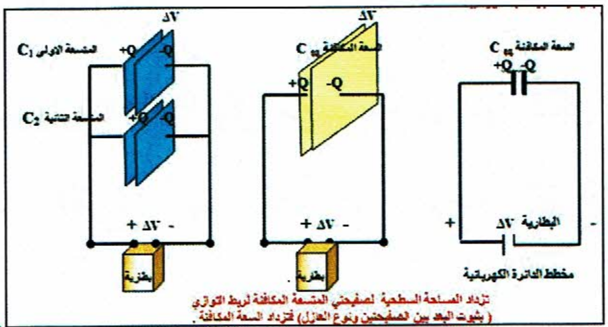
س/ ما الغاية من ربط المتسعات على التوازي ؟

ج/ لزيادة السعة المكافئة للمجموعة، يُمكن بواسطته تخزين شحنة كهربائية كبيرة المقدار بفرق جهد واطئ.

س/ ما التفسير الفيزيائي لزيادة السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي؟

ج/ وذلك لزيادة المساحة السطحية المتقابلة لصفيحتي المتسعة المكافئة .

س/ ما هي مميزات (خصائص) ربط المتسعات على التوازي ؟



$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$\Delta V_t = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2$$



(C_{eq}) السعة الكلية (المكافئة).

(Q_2 , Q_1) الشحنة المختزنة على اي من صفيحتي كل متسعة.

(Q_t) الشحنة الكلية.

(ΔV_t) فرق جهد المصدر = فرق جهد كلي دائما بالفولت (V).

- وحدات (C , Q) متماثلة.

س/ اثبت ان السعة المكافئة (الكلية) لمتسعتين متوازيتين يعطى بالعلاقة :

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

$$\because \; Q_t = Q_1 + Q_2$$

$$C_{eq}\,\Delta V_t = C_1\,\Delta V_1 + C_2\,\Delta V_2$$

$$\therefore \; \Delta V_t = \Delta V_1 = \Delta V_2$$ توازي

$$C_{eq}\,\cancel{\Delta V_t} = \cancel{\Delta V}(C_1 + C_2)$$

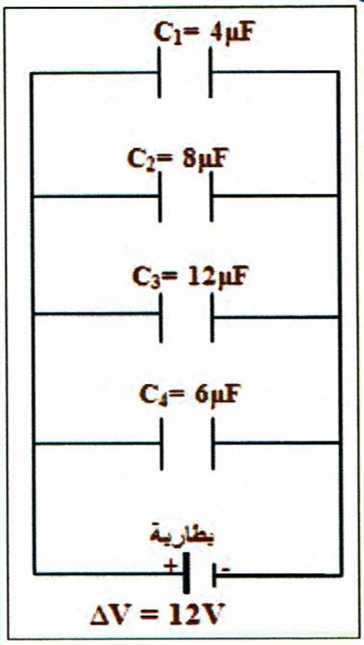
$$\therefore \; C_{eq} = C_1 + C_2$$

ملاحظة : السعة المكافئة (الكلية) لمجموعة المتسعات المتوازية اكبر من اكبر سعة في المجموعة .

مثال أربع متسعات سعاتها حسب الترتيب $(4\mu F, 8\mu F, 12\mu F, 6\mu F)$ مربوطة مع بعضها على التوازي ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ احسب مقدار .

1 السعة المكافئة للمجموعة . 2 الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة

3 الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .



الحل

1 $$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

$$C_{eq} = 4 + 8 + 12 + 6 = 30\mu F$$

السعة المكافئة الكلية للمجموعة

2 $$\Delta V_t = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_4 = 12\ V$$ توازي

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V_1 \Rightarrow Q_1 = 4 \times 12 \Rightarrow Q_1 = 48\mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V_2 \Rightarrow Q_2 = 8 \times 12 \Rightarrow Q_2 = 96\mu C$$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V_3 \Rightarrow Q_3 = 12 \times 12 \Rightarrow Q_3 = 144\mu C$$

$$Q_4 = C_4 \times \Delta V_4 \Rightarrow Q_4 = 6 \times 12 \Rightarrow Q_4 = 72\mu C$$

الطريقة الاولى :

3 $Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$

$Q_t = 48 + 96 + 144 + 72 \Rightarrow Q_t = 360\mu C$

الطريقة الثانية :

$Q_t = C_{eq} \times \Delta V_t \Rightarrow Q_t = 30 \times 12 \Rightarrow Q_t = 360\mu C$

مسائل خارجية

س1/ المتسعتان $(C_1 = 2\mu F , C_2 = 4\mu F)$ من ذوات الصفيحتين المتوازيتين ربطتا مع بعضهما على التوازي ثم ربطت مجموعتهما بين طرفي نضيدة (بطارية) فرق الجهد بين قطبيها $20V$ جد :

1 السعة المكافئة (الكلية) للمجموعة .

2 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة .

3 الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

الجواب/ $(6\mu F , 40\mu C , 80\mu C , 120\mu C)$

س2/ المتسعتان $(C_1 = 10\mu F , C_2 = 5\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ثم ربطت مجموعتهما بين طرفي نضيدة (بطارية) فكانت شحنة المتسعة الاولى $600\mu C$ جد :

1 فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة .

2 فرق الجهد الكلي (فرق جهد المصدر) .

3 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة الثانية .

4 الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

5 السعة المكافئة (الكلية) للمجموعة .

الجواب/ $(60V , 60V , 60V , 300\mu C , 900\mu C , 15\mu F)$

س3/ ربطت المتسعتان $(2\mu F , 5\mu F)$ مع بعضهما على التوازي ثم وصلتا بمصدر مستمر فكانت الشحنة على المتسعة الاولى $96\mu C$ فما الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة الثانية وفرق الجهد بين صفيحتيها .

الجواب/ $(48V , 240\mu C)$

س4/ ربطت المتسعتان $(2\mu F , 5\mu F)$ مع بعضهما على التوازي وشحنت المجموعة بشحنة كلية $280\mu C$ فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة ؟

الجواب/ $(80\mu C , 200\mu C)$

س5/ متسعتان من ذوات الصفائح المتوازية سعة الاولى $3\mu F$ وفرق جهدها $60V$ والثانية سعتها $5\mu F$ وفرق جهدها $28V$ ربطتا على التوازي فما فرق جهد وشحنة كل متسعة بعد الربط .

الجواب/ $(40V , 40V , 120\mu C , 200\mu C)$

ملاحظة: عند ربط متسعة مشحون مع اخرى غير مشحونة على التوازي فان شحنة المتسعة المشحونة قبل الربط تساوي الشحنة الكلية للمجموعة بعد الربط $Q_t = Q$

(Q_t: بعد الربط، Q: المشحونة قبل الربط)

س6/ متسعتان سعة الاولى $2\mu F$ وسعة الثانية $8\mu F$ وكانت الاولى مشحونة والثانية غير مشحونة وصلتا على التوازي فكان فرق الجهد على طرفي المجموعة $20V$ جد مقدار شحنة وفرق جهد المتسعة الاولى قبل ان توصل مع المتسعة الثانية .

الجواب/ $(200\mu C , 100V)$

س7/ متسعة سعتها $(4\mu F)$ وفرق جهدها $200V$ وصلت على التوازي بمتسعة اخرى غير مشحونة فاصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة $80V$ فما سعة المتسعة المجهولة ؟ وما شحنه كل متسعة بعد وصلهما ؟

الجواب/ $(6\mu F , 320\mu C , 480\mu C)$

س8/ متسعة سعتها $4\mu F$ وشحنتها $300\mu C$ وصلت على التوازي مع متسعة اخرى غير مشحونة سعتها $2\mu F$ فما شحنة وفرق جهد كل منهما بعد التوصيل ؟

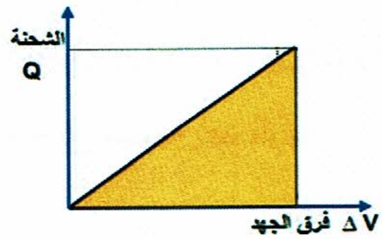
الجواب/ $(50V , 50V , 200\mu C , 100\mu C)$

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة

يمكن حساب مقدار الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة وذلك برسم مخطط بياني بين مقدار الشحنة (Q) المختزنة في اي من الصفيحتين وفرق الجهد الكهربائي ΔV بينهما من خلال حساب مساحة المثلث (المنطقة المظللة تحت المنحني) والتي تساوي :

مساحة المثلث $= \frac{1}{2}$ القاعدة × الارتفاع

$PE_{electric}$ ΔV Q



$$PE_{electric} = \frac{1}{2}\Delta V \times Q$$

$$\because \Delta V = \frac{Q}{C}$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \times \frac{Q}{C} Q$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} \times \frac{Q^2}{C}$$

$$\frac{Q}{C \times \Delta V}$$

$$\because Q = C\,\Delta V$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2}\Delta V \, . \, C\,\Delta V$$

$$PE_{electric} = \frac{1}{2} C\,(\Delta V)^2$$

لحساب القدرة الناتجة من تفريغ متسعة :

$$P = \frac{PE}{t} \qquad \frac{J}{Sec} = Watt$$

($PE_{electric}$) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة بالجول (J) .

(t) الزمن الذي تستغرقه عملية تفريغ المتسعة بـ Sec

(P) القدرة الناتجة من تفريغ متسعة بوحدة الواط Watt

ملاحظة : عند حساب الطاقة الكهربائية والقدرة يجب ان تكون وحدات السعة بالفاراد (F) والشحنة بالكولوم (C) وفرق الجهد بالفولت (V) .

ملاحظة :

ثانية $Sec \xrightarrow{\times 10^{-3}} m\ Sec$ ملي ثانية

ثانية $Sec \xrightarrow{\times 10^{-6}} \mu\ Sec$ مايكرو ثانية

ثانية $Sec \xrightarrow{\times 10^{-9}} n\ Sec$ نانو ثانية

ثانية $Sec \xrightarrow{\times 10^{-12}} P\ Sec$ ثانية

مثال ما مقدار الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي لمتسعة سعتها (2μF) إذا شحنت لفرق جهد كهربائي (5000V) وما مقدار القدرة التي نحصل عليها عند تفريقها بزمن (10μF).

$C = 2\mu F \Rightarrow C = 2 \times 10^{-6} F$ سعة المتسعة

$\Delta V = 5000V \Rightarrow \Delta V = 5 \times 10^{3} V$ فرق الجهد

$t = 10\mu Sec \Rightarrow t = 10 \times 10^{-6} \Rightarrow t = 10^{-5} Sec$ زمن التفريغ

1. $PE_{electric} = \frac{1}{2} C (\Delta V)^2$

$PE = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} (5 \times 10^{3})^2 \Rightarrow PE_{electric} = 10^{-6} \times 25 \times 10^{6}$

$PE = 25J$

2. $P = \frac{PE}{t} \Rightarrow P = \frac{25}{10^{-5}}$

$P = 25 \times 10^{5} Watt$

مسائل واجب

س1/ متسعة فرق الجهد بين صفيحتيها $12V$ والشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها $24\mu C$ جد :

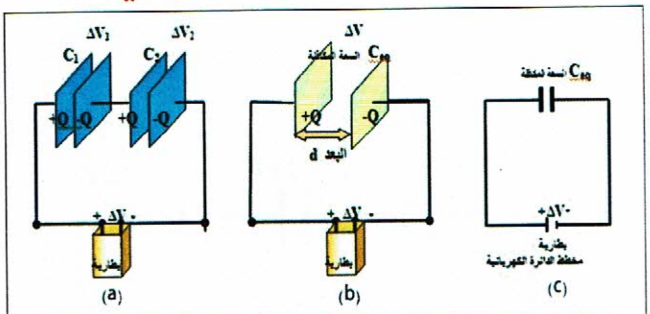
1. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة .
2. القدرة الناتجة من تفريغ المتسعة في زمن $4\mu Sec$.

الجواب/ $(144 \times 10^{-6} J , 36 Watt)$

س2/ متسعة سعتها $20\mu F$ جد مقدار فرق الجهد اللازم لكي تختزن طاقة كهربائية مقدارها $2.5J$ ثم جد القدرة الناتجة من تفريغها خلال زمن $10n\ Sec$.

الجواب/ $(5 \times 10^{2} V , 25 \times 10^{7} Watt)$

ربط المتسعات على التوالي :



يزداد البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة لربط التوالي (بثبوت مساحة الصفيحتين ونوع العازل) فتقل السعة المكافئة

$$Q_t = Q_1 = Q_2$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\Delta V_t = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\frac{Q}{C \times \Delta V}$$

س/ ما الغاية من ربط المتسعات على التوالي ؟

ج/ لامكانية وضع فرق جهد اكبر على طرفي المجموعة والذي قد لا تتحمله المتسعة المنفردة .

س/ ما التفسير الفيزيائي لنقصان السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي؟

ج/ وذلك لزيادة البعد بين صفيحتي المتسعة المكافئة .

ملاحظة : السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة مع بعضها على التوالي اصغر من اصغر سعة .

س/ اثبت ان السعة المكافئة (الكلية) لمتسعتين متواليتين يعطى بالعلاقة : $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

الحل

$$\because \Delta V_t = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

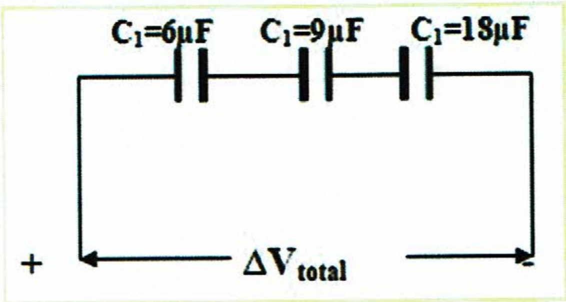
$$\frac{Q_t}{C_{eq}} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{Q_2}$$

$$\therefore Q_1 = Q_2 = Q_t$$

$$\frac{Q_t}{C_{eq}} = Q\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

مثال ثلاث متسعات من ذوات الصفيحتين المتوازيتين سعاتها حسب الترتيب $(6\mu F, 9\mu F, 18\mu F)$ مربوطة مع بعضها على التوالي شحنت المجموعة بشحنة كلية $(300\mu C)$ أحسب .



1. السعة المكافئة للمجموعة .
2. الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .
3. فرق الجهد بين طرفي المجموعة .
4. فرق الجهد بين صفيحتين كل متسعة .

① $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3+2+1}{18} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{6}{18} \Rightarrow C_{eq} = \frac{18}{6}$

$C_{eq} = 3\mu F$ السعة المكافئة (الكلية) للمجموعة

② $Q_t = Q_1 = Q_2 = Q_3 = 300\mu C$ ربط توالي

③ $\Delta V_t = \frac{Q_t}{C_{eq}} \Rightarrow \Delta V_t = \frac{300}{3} \Rightarrow \Delta V_t = 100V$

④ $\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \Rightarrow \Delta V_1 = \frac{300}{6} \Rightarrow \Delta V_1 = 50V$

$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} = \frac{300}{9} \Rightarrow \Delta V_2 = 33.33V$

$\Delta V_3 = \frac{Q_3}{C_3} \Rightarrow \Delta V_3 = \frac{300}{18} \Rightarrow \Delta V_3 = 16.66V$

فكر / يقول صديقك أن المتسعة المشحونة تختزن شحنة مقدارها يساوي كذا ، وانك تقول أن المتسعة المشحونة تكون شحنتها الكلية تساوي صفراً .
ومدرسك يقول أن كلا القولين صحيح ! وضح كيف يكون ذلك ؟

ج/ إن المتسعة المشحونة تختزن شحنة موجبة $(+Q)$ في إحدى صفيحتيها وتختزن شحنة سالبة $(-Q)$ في الصفيحة الأخرى وبالمقدار نفسه .

فيكون صافي الشحنة (الشحنة الكلية Q_t) المختزنة في المتسعة يساوي صفراً لأن :

$$Q_t = +Q + (-Q) = 0$$

فكر / ما طريقة ربط مجموعة من المتسعات ؟:

1 لكي نحصل على سعة مكافئة كبيرة المقدار يمكن بواسطتها تخزين شحنة كهربائية كبيرة المقدار وفرق جهد واطئ ، لا يمكن الحصول على ذلك باستعمال متسعة واحدة .

2 لكي يكون بالإمكان وضع فرق جهد كبير على طرفي المجموعة قد لا تتحمله المتسعة المنفردة .

ج/ 1 تربط مجموعة المتسعات مع بعضها على التوازي فتزداد السعة المكافئة الكلية (C_{eq})

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

فيكون مقدار السعة المكافئة اكبر من مقدار سعة إي متسعة ويبقى فرق الجهد الكلي ثابتاً

$$\Delta V_t = \Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3$$

2 تربط مجموعة المتسعات مع بعضها على التوالي فتقل السعة المكافئة ويكون فرق جهد اي متسعة اقل من فرق جهد المصدر .

$$\Delta V_T > \Delta V_1 \ , \Delta V_T > \Delta V_2$$

س6 كتاب ص43/ لديك ثلاث متسعات سعاتها $(C_1 = 6\mu F, C_2 = 9\ \mu F, C_3 = 18\mu F)$ ومصدر للفولطية ، المستمرة فرق الجهد بين قطبيه $(6V)$ وضح مع رسم مخطط للدائرة الكهربائية كيفية ربط المتسعات الثلاث مع بعضها للحصول على :

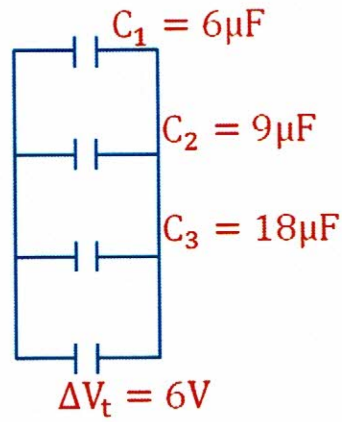
1. اكبر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة .
2. اصغر مقدار للسعة المكافئة ، وما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة ومقدار الشحنة المختزنة في المجموعة .

الحل

1. نربط المتسعات مع بعضها على التوازي للحصول على اكبر مقدار للسعة المكافئة .

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 \Rightarrow C_{eq} = 6 + 9 + 18 = 33\mu F$$

$$\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_3 = \Delta V_t = 6V$$



$$Q_1 = C_1 \times \Delta V$$

$$Q_1 = 6 \times 6 \Rightarrow Q_1 = 36\mu C$$ شحنة المتسعة الاولى

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V \Rightarrow Q_2 = 9 \times 6 \Rightarrow Q_2 = 54\mu C$$

$$Q_3 = C_3 \times \Delta V \Rightarrow Q_3 = 18 \times 6 \Rightarrow Q_3 = 108\mu C$$

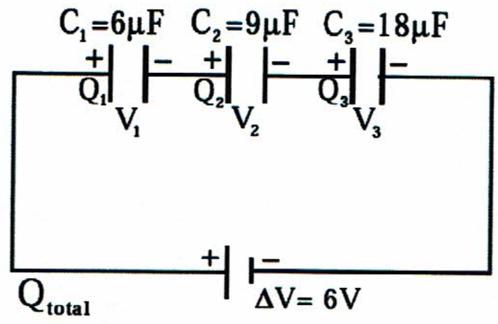
$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 \Rightarrow Q_t = 36 + 54 + 108$$

$$Q_t = 198\mu C$$

طريقة اخرى لحساب السعة المكافئة

$$Q_t = C_{eq}\Delta V_t \Rightarrow Q_t = 33 \times 6 \Rightarrow Q_t = 198\mu C$$

2 نربط المتسعات مع بعضها على التوالي للحصول على اصغر مقدار للسعة المكافئة .



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{9} + \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3+2+1}{18} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{6}{18}$$

$$C_{eq} = \frac{18}{6} \Rightarrow C_{eq} = 3\mu F$$ السعة المكافئة

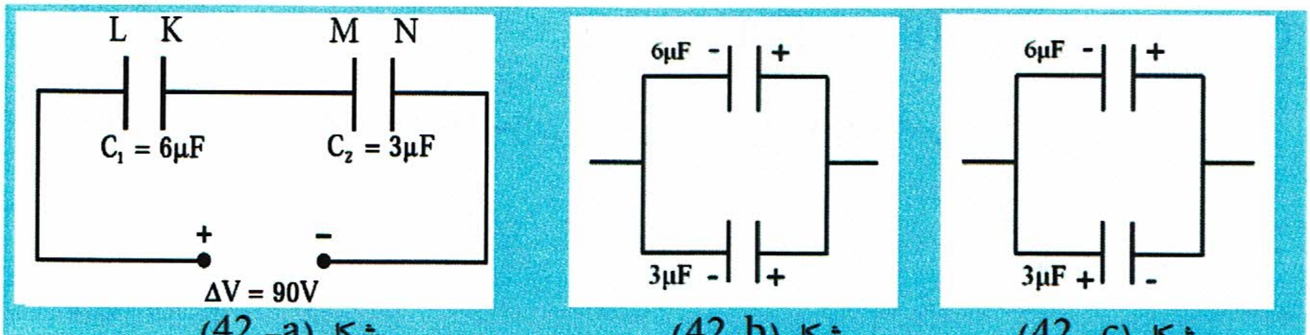
$$Q_t = C_{eq}\,\Delta V_t \Rightarrow Q_t = 3 \times 6 \Rightarrow Q_t = 18\mu C$$ الشحنة الكلية للمجموعة

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_t = 18\mu C$$ توالي

س8 كتاب ص44/ متسعتان $(6\mu F, 3\mu F)$ ربطتا على التوالي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما $(90V)$ كما في الشكل $(42-a)$ فأذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة ثم أعيد ربطهما مع بعض .

أولاً: كما في الشكل $(42-b)$ بعد ربط الصفائح المتماثلة الشحنة للمتسعتين مع بعضهما

ثانياً: كما في الشكل $(42-c)$ بعد ربط الصفائح المختلفة الشحنة للمتسعتين مع بعضهما . ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة في الشكلين $(42-b)$ $(42-c)$.



شكل (42 -a)   شكل (42-b)   شكل (42 -c)

الحل من الشكل (a)
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1+2}{6}$$

السعة المكافئة
$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{6} \Rightarrow C_{eq} = \frac{6}{3} \Rightarrow C_{eq} = 2\mu F$$

$$Q_t = C_{eq} \times \Delta V_t \Rightarrow Q_t = 2 \times 90$$

ربط توالي
$$Q_t = 180\mu C = Q_1 = Q_2$$

اولا : عند ربط الصفائح المتماثلة الشحنة مع بعض نجمع الشحنات لان هذا الربط توازي .

$$Q_t = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_t = 180 + 180 \Rightarrow Q_t = 360\mu C$$

$$C_{eq} = C_1 + C_2 \Rightarrow C_{eq} = 6 + 3 \Rightarrow C_{eq} = 9\mu F$$

$$\Delta V_t = \frac{Q_t}{C_{eq}} \Rightarrow \Delta V_t = \frac{360}{9}$$

$$\Delta V_t = 40V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V_1 \Rightarrow Q_1 = 6 \times 40 \Rightarrow Q_1 = 240\mu C$$

$$Q_2 = C_2 \Delta V_2 \Rightarrow Q_2 = 3 \times 40 \Rightarrow Q_2 = 120\mu C$$

ثانياً : عند ربط الصفائح المختلفة الشحنة مع بعض فان الشحنات تتعادل اي :

$$Q_t = Q_1 + Q_2 = 180 - 180 = 0$$

ملاحظة مهمة جداً : يمكن اعادة السؤال السابق بشكل اخر ويبقى نفس الحل السابق وكالاتي :

مسائل واجب

س1/ ربطت المتسعتان $(C_1 = 6\mu F , C_2 = 3\mu F)$ مع بعضهما على التوالي ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما $(90V)$ فاذا فصلت المتسعتان عن بعضهما وعن البطارية دون حدوث ضياع بالطاقة ثم اعيد ربطهما على التوازي جد الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة في مجموعة التوازي .

الجواب/ $(Q_1 = 240\mu C , Q_2 = 120\mu C)$

س2/ متسعتان $(C_1 = 9\mu F , C_2 = 18\mu F)$ من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها $(12V)$ احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها .

الجواب/ $(\Delta V_1 = 8V , \Delta V_2 = 4V , PE_1 = 288 \times 10^{-6}J , PE_2 = 144 \times 10^{-6}J)$

س3/ متسعتان $(3\mu F , 6\mu F)$ من ذوات الصفائح المتوازية ربطتا مع بعضهما على التوالي وشحنت المجموعة بمصدر للفولتية المستمرة ثم فصلت عنه فظهر فرق جهد بين طرفي المجموعة مقداره $(90V)$ احسب فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة .

الجواب/ $(60V , 30V)$

س4/ ربطت المتسعتان $(3\mu F , 6\mu F)$ مع بعضهما على التوالي وشحنت المجموعة بشحنة كلية مقدارها $(200\mu C)$ جد : 1 فرق جهد المصدر الشاحن .

2 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة . 3 الطاقة الكهربائية المختزنة في المجموعة .

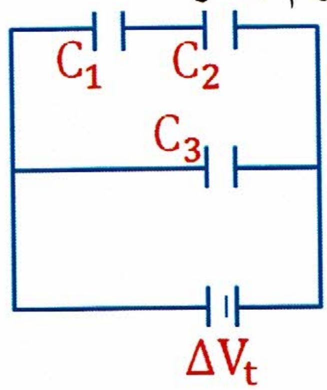
الجواب/ $(100V , 200\mu C , 200\mu C , 10^{-2}J)$

س5/ متسعتان $(C_1 = 6\mu F , C_2 = 12\mu F)$ من ذوات الصفيحتين المتوازيتين مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فاذا كان فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الاولى 50V جد فرق الجهد الكلي بين طرفي المجموعة (المصدر) .

الجواب/ $(75V)$

ملاحظات حول حل مسائل الربط المختلط

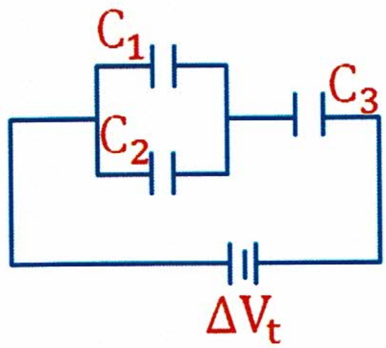
1 في هذا الرسم نجد اولاً :



$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3$$

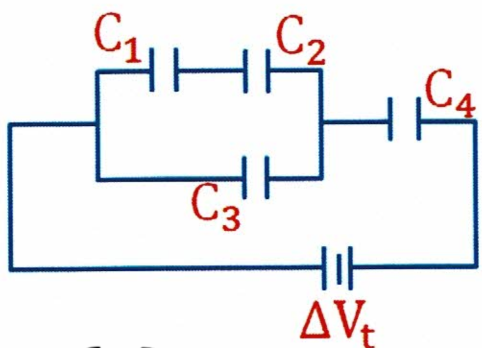
2 في هذا الرسم نجد اولاً :



$$C_{1,2} = C_1 + C_2$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2}} + \frac{1}{C_3}$$

3 في هذا الرسم نجد اولاً :



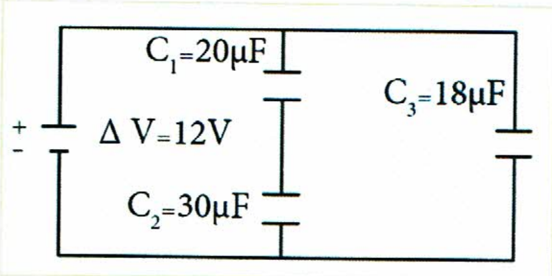
$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$C_{1,2,3} = C_{1,2} + C_3$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2,3}} + \frac{1}{C_4}$$

الربط المختلط

مثال من المعلومات المثبتة في الشكل المجاور احسب مقدار :

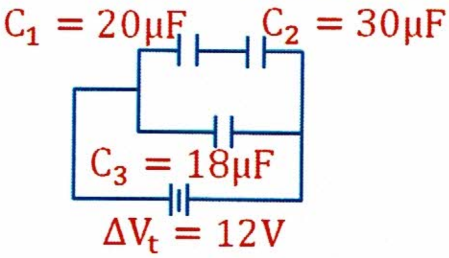


1 السعة المكافئة للمجموعة .

2 الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .

3 الشحنة المختزنة في أي من صفيحتين كل متسعة .

الحل 1 سنعيد الشكل المعطى في السؤال الى شكل ابسط :

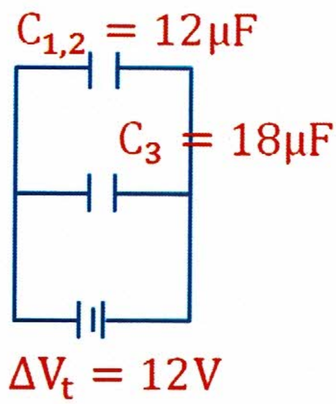


نجد السعة المكافئة لـ C_1, C_2

المربوطتين مع بعضها على التوالي:

$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{30+20}{600} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2}} = \frac{50}{600}$$



$$C_{1,2} = \frac{600}{50} \Rightarrow C_{1,2} = 12\mu F$$ نقلب النسب

$$C_{eq} = C_{1,2} + C_3$$

$$C_{eq} = 12 + 18 = 30\mu F$$ السعة المكافئة للمجموعة

2 $$Q_t = C_{eq}\Delta v_t$$

$$Q_t = 30 \times 12 = 360\mu C$$

الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة

3 $\Delta V_{1,2} = \Delta V_3 = \Delta V_t = 12V$

$C_{1,2} = 12\mu F$, $\Delta V_{1,2} = 12V$ } $Q_{1,2} = C_{1,2}\ \Delta V_{1,2}$

$Q_{1,2} = 12 \times 12$

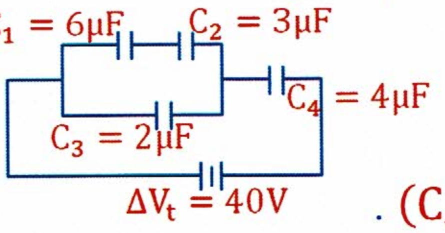
$Q_{1,2} = 144\mu C = Q_1 = Q_2$ توالي

$C_3 = 18\mu F$, $\Delta V_3 = 12V$ } $Q_3 = C_3\ \Delta V_3$

$Q_3 = 18 \times 12$

$Q_3 = 216\mu C$

س7 كتاب ص43 / أربع متسعات ربطت مع بعضها كما في الشكل احسب مقدار :



1 السعة المكافئة للمجموعة .

2 الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة .

3 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (C_4) .

الحل

1 $\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3}$

$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1+2}{6} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2}} = \frac{3}{6}$

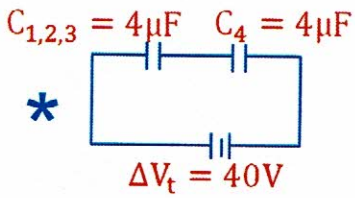
$C_{1,2} = \frac{6}{3} \Rightarrow C_{1,2} = 2\mu F$

$C_{1,2,3} = C_{1,2} + C_3 \Rightarrow C_{1,2,3} = 2 + 2 \Rightarrow C_{1,2,3} = 4\mu F$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2,3}} + \frac{1}{C_4} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1+1}{4}$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{2}{4} \Rightarrow C_{eq} = \frac{4}{2} \Rightarrow C_{eq} = 2\mu F$

السعة المكافئة للمجموعة كلها

* 

* ② $Q_t = C_{eq} \times \Delta V_t = 2 \times 40$

$Q_t = 80\mu C = Q_4 = Q_{1,2,3}$

$$\left.\begin{matrix} C_{1,2,3} = 4\mu F \\ Q_{1,2,3} = 80V \end{matrix}\right\} \Delta V_{1,2,3} = \frac{Q_{1,2,3}}{C_{1,2,3}} \Rightarrow \Delta V_{1,2,3} = \frac{80}{4}$$

$\Delta V_{1,2,3} = 20V = \Delta V_{1,2} = \Delta V_3$

$$\left.\begin{matrix} \Delta V_{1,2} = 20V \\ C_{1,2} = 2\mu F \end{matrix}\right\} Q_{1,2} = C_{1,2} \times \Delta V_{1,2} \Rightarrow Q_{1,2} = 2 \times 20$$

$Q_{1,2} = 40\mu C = Q_1 = Q_2$ توالي

$$\left.\begin{matrix} \Delta V_3 = 20V \\ C_3 = 2\mu F \end{matrix}\right\} Q_3 = C_3 \, \Delta V_3$$

$Q_3 = 2 \times 20 \Rightarrow Q_3 = 40\mu C$

$$PE_4 = \frac{1}{2}\frac{Q_4^2}{C_4} \Rightarrow PE_4 = \frac{1}{2}\frac{(80\times10^{-6})^2}{4\times10^{-6}}$$

$$PE_4 = \frac{80\times10^{-6}\times80\times10^{-6}}{8\times10^{-6}} \Rightarrow PE_4 = \frac{6400\times10^{-12}}{8\times10^{-6}}$$

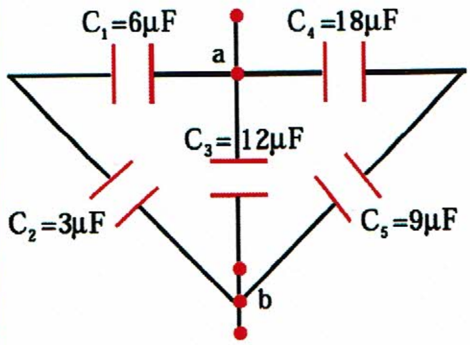
$$PE_4 = \frac{800\times10^{-12}}{10^{-6}} \Rightarrow PE_4 = 800\times10^{-12}\times10^{+6}$$

$PE_4 = 800\times10^{-6} \Rightarrow PE_4 = 8\times10^{+2}\times10^{-6}$

$PE_4 = 8\times10^{-4}J$

الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الرابعة فقط .

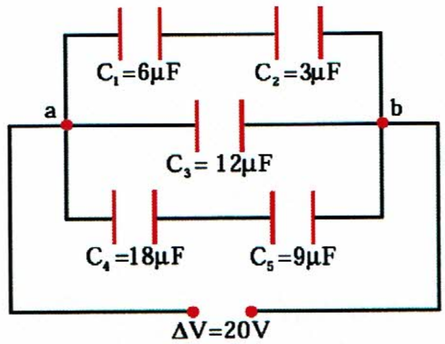
س٩[كتاب]/ في الشكل المجاور :



1 احسب مقدار السعة المكافئة للمجموعة ؟

2 أذا سلط فرق جهد كهربائي مستمر (20V) بين النقطتين (a) و (b) فما مقدار الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة ؟

3 ما مقدار الشحنة المختزنة في كل متسعة ؟



الحل يمكن اعادة رسم الشكل السابق بشكل ابسط .

ملاحظة : كل متسعتين لاتوجد بينهما نقطة تفرع فيها مربوطتان على التوالي وعند وجود نقطة تفرع فانهما مربوطتان على التوازي .

1 $\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2}} = \frac{1+2}{6}$

$\frac{1}{C_{1,2}} = \frac{3}{6} \Rightarrow C_{1,2} = \frac{6}{3} \Rightarrow C_{1,2} = 2\mu F$

$\frac{1}{C_{4,5}} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} \Rightarrow \frac{1}{C_{4,5}} = \frac{1}{18} + \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{1}{C_{4,5}} = \frac{1+2}{18}$

$\frac{1}{C_{4,5}} = \frac{3}{18} \Rightarrow C_{4,5} = \frac{18}{3} \Rightarrow C_{4,5} = 6\mu F$

$C_{eq} = C_{1,2} + C_3 + C_{4,5}$

$C_{eq} = 2 + 12 + 6 \Rightarrow C_{eq} = 20\mu F$ السعة المكافئة للمجموعة

2) $Q_t = C_{eq}\,\Delta V_t \Rightarrow Q_t = 20 \times 20 \Rightarrow Q_t = 400\mu C$

$\Delta V_{1,2} = \Delta V_3 = \Delta V_{4,5} = 20V$

$Q_{1,2} = C_{1,2}\,\Delta V_{1,2} \Rightarrow Q_{1,2} = 2 \times 20$

$Q_{1,2} = 40\mu C = Q_1 = Q_2$

$Q_3 = C_3\,\Delta V_3 \Rightarrow Q_3 = 12 \times 20 \Rightarrow Q_3 = 240\mu C$

$Q_{4,5} = C_{4,5}\,\Delta V_{4,5} \Rightarrow Q_{4,5} = 6 \times 20$

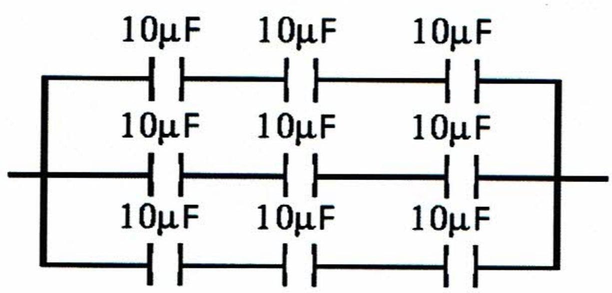
$Q_{4,5} = 120\mu F = Q_4 = Q_5$

فكر/ أذا طلب منك ربط تسع متسعات متماثلة سعة كل منها $(10\mu F)$ جميعها مع بعض للحصول على سعة مكافئة مقدارها $(10\mu F)$ وضح طريقة ربط هذه المجموعة من المتسعات وارسم مخططاً تبين فيه ذلك ؟

الحل: الطريقة الاولى : نربط المتسعات بثلاث صفوف متوازية وكل صف يحتوي على ثلاث متسعات متوالية وكما في الرسم .

$\frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$

$\frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{1+1+1}{10} \Rightarrow \frac{1}{C_{1,2,3}} = \frac{3}{10}$



$C_{1,2,3} = \frac{10}{3}$

$C_{4,5,6} = \frac{10}{3}$ وكذلك

$C_{7,6,9} = \frac{10}{3}$

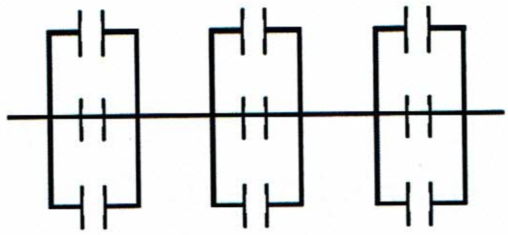
$C_{eq} = C_{1,2,3} + C_{4,5,6} + C_{7,8,9}$

$C_{eq} = \frac{10}{3} + \frac{10}{3} + \frac{10}{3}$

$C_{eq} = \frac{10+10+10}{3} \Rightarrow C_{eq} = \frac{30}{3}$

$\therefore C_{eq} = 10\mu F$

الطريقة الثانية : تربط المتسعات بثلاث صفوف متوالية وكل صف يحتوي على ثلاث متسعات متوالية .



$$C_{1,2,3} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$C_{1,2,3} = 10 + 10 + 10 \Rightarrow C_{1,2,3} = 30\mu F$$

$$C_{4,5,6} = 30\mu F$$ وكذلك

$$C_{7,8,9} = 30\mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_{1,2,3}} + \frac{1}{C_{4,5,6}} + \frac{1}{C_{7,8,9}}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} + \frac{1}{30} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1+1+1}{30}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{30} \Rightarrow C_{eq} = \frac{30}{3} \Rightarrow C_{eq} = 10\mu F$$

مسائل الواجب

س1/ ربطت المتسعتان $(C_1 = 5\mu F , C_2 = 20\mu F)$ مع بعضهما على التوالي ثم ربطت مجموعتهما على التوازي مع متسعة ثالثة سعتها $C_3 = 6\mu F$ ثم ربطت هذه المجموعة بين قطبي نضيدة فرق الجهد بين قطبيها $120V$ جد .

1. السعة المكافئة للمجموعة .
2. الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .
3. الشحنة المختزنة في كل متسعة .

الجواب/ $(10\mu F , 1200\mu C , 480\mu C , 720\mu C)$

س2/ المتسعتان $(2\mu F , 4\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ثم ربطت مجموعتهما على التوالي مع متسعة ثالثة سعتها $3\mu F$ ثم ربطت المجموعة بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما $150V$ جد .

1. السعة المكافئة للمجموعة .
2. الشحنة الكلية المختزنة في المجموعة .
3. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة .
4. فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة .

الجواب/ $(2\mu F , 300\mu C , 100\mu C , 200\mu C , 100V , 50V)$

س3/ ربطت المتسعتان $(C_1 = 5\mu F , C_2 = 7\mu F)$ مع بعضهما على التوازي ثم ربطت مجموعتهما على التوالي مع متسعة ثالثة سعتها $(C_3 = 6\mu F)$ وربطت المجموعة عبر قطبي بطارية فاصبحت شحنة المجموعة الكلية $240\mu C$ جد .

1. السعة المكافئة للمجموعة .
2. فرق جهد البطارية .
3. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الثالثة .

الجواب/ $(4\mu F , 60V , 48 \times 10^{-4} J)$

س4/ ربطت المتسعة C_1 على التوازي مع متسعة $C_2 = 4\mu F$ وربطت مجموعتهما على التوالي مع متسعة ثالثة سعتها $C_3 = 18\mu F$ وربط الجميع لطرفي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $90V$ فكانت شحنة المتسعة C_1 تساوي $300\mu C$ جد مقدار سعة المتسعة المجهولة .

الجواب/ $(5\mu F)$

العازل الكهربائي Dielectric

العازل الكهربائي : هو المادة التي تعمل على تغيير مقدار المجال الكهربائي الموضوعة فيه مثل الماء النقي والورق المشمع .

س/ ما انواع العازل ؟

ج/ 1 العازل القطبي . 2 العازل غير القطبي .

الدايبول : هو جزيئة ثنائية القطب اي فيه قطب موجب من جهة وقطب سالب من الجهة المقابلة (+ −)

س/ ما مميزات العازل القطبي ؟

ج/ 1 جزيئاته دايبولات صغيرة (ثنائية القطب) .

2 التباعد بين مركزي الشحنة الموجبة والسالبة ثابت .

3 جزيئاته تمتلك عزم مدور دائم في الحالة الطبيعية .

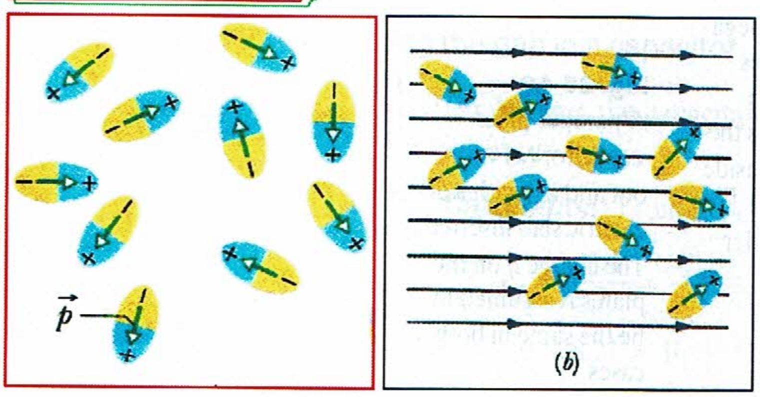
4 عند وضع هذا العازل داخل المجال الكهربائي فان المجال يؤثر في هذه الدايبولات بعزم مدور ويجعل معظمها يصطف بموازاة المجال الكهربائي الخارجي فيتكون داخل العازل مجال كهربائي (E_d) معاكس للمجال الاصلي (E) فيقل المجال المحصل .

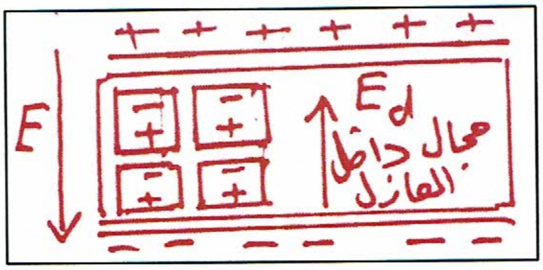
$$E_k = E - E_d$$

(E_k) المجال بوجود العازل .

(E) المجال الاصلي .

(E_d) المجال داخل العازل .





5 يقل فرق الجهد لان $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$.

(k) ثابت العزل ، (ΔV_k) فرق الجهد بوجود العازل ،

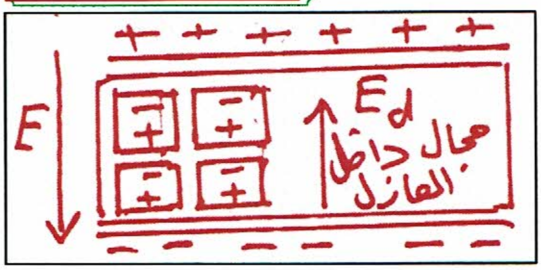
(ΔV) فرق الجهد بوجود الهواء .

6 مثل الماء النقي .

س/ ما تأثير المجال الكهربائي المنتظم في المواد العازلة القطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة؟

ج/ عند وضع هذا العازل داخل المجال الكهربائي فان المجال يؤثر في هذه الدايبولات بعزم مدور ويجعل معظمها يصطف بموازاة المجال الكهربائي الخارجي فيتكون داخل العازل مجال كهربائي (E_d) معاكس للمجال الاصلي (E) فيقل المجال المحصل .

$$E_k = E - E_d$$



(E_k) المجال بوجود العازل .

(E) المجال الاصلي .

(E_d) المجال داخل العازل .

س/ ما مميزات العازل غير القطبي ؟

ج/ 1 جزئياته لاتمتلك خاصية الدايبولات .

2 التباعد بين مركزي الشحنة الموجبة والسالبة غير ثابت .

3 جزيئاته لاتمتلك عزم مدور دائم .

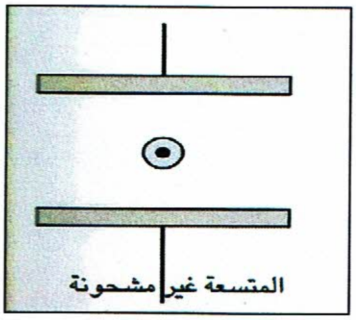
4 عند وضع هذا العازل داخل المجال الكهربائي فان المجال يعمل على توليد عزم مدور مؤقت يعمل على جعل التباعد بين مركزي الشحنة الموجبة والسالبة ثابت حيث ينشحن بالحث فيكون طرف العازل المجاور للصفيحة الموجبة سالب وطرف العازل المجاور للصفيحة السالبة موجب فيتولد مجال كهربائي داخل العازل E_d معاكس للمجال الاصلي فيقل المجال المحصل :

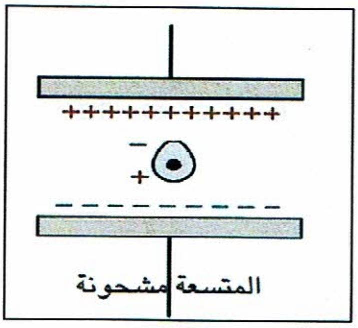
$$E_k = E - E_d$$

(E_k) المجال بوجود العازل .

(E) المجال الاصلي .

(E_d) المجال داخل العازل .

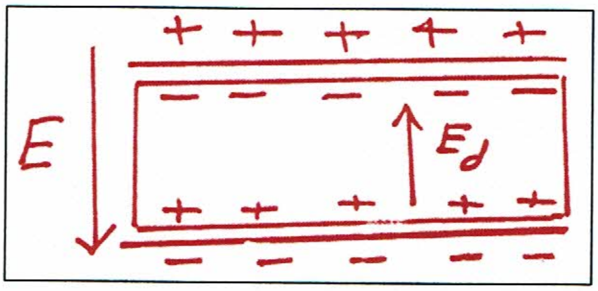




5 يقل فرق الجهد لان $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$.

(k) ثابت العزل ، (ΔV_k) فرق الجهد بوجود العازل ، (ΔV) فرق الجهد بوجود الهواء .

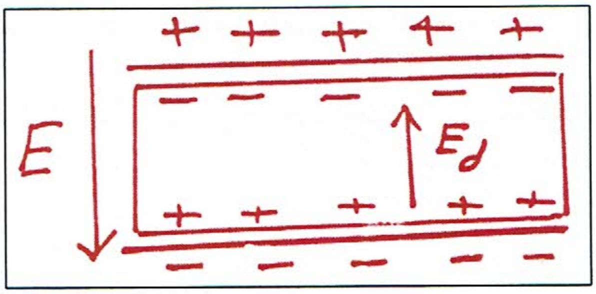
6 مثل البولي ثلين .



س/ ما تأثير المجال الكهربائي غير المنتظم في المواد العازلة غير القطبية الموضوعة بين صفيحتي متسعة مشحونة؟

ج/ عند وضع هذا العازل داخل المجال الكهربائي فان المجال يعمل على توليد عزم مدور مؤقت يعمل على جعل التباعد بين مركزي الشحنة الموجبة والسالبة ثابت حيث ينشحن بالحث فيكون طرف العازل المجاور للصفيحة الموجبة سالب وطرف العازل المجاور للصفيحة السالبة موجب فيتولد مجال كهربائي داخل العازل E_d معاكس للمجال الاصلي فيقل المجال المحصل :

$$E_k = E - E_d$$



(E_k) المجال بوجود العازل .

(E) المجال الاصلي .

(E_d) المجال داخل العازل .

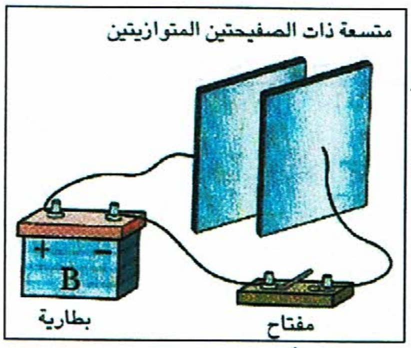
س/ قارن بين العازل القطبي والعازل غير القطبي ؟

ج/ تذكر مميزات العازل القطبي وغير القطبي في جدول .

نشاط 1

اشرح نشاط توضح فيه تأثير ادخال العازل الكهربائي بين صفيحتي متسعة مسحنة ومفصولة عن البطارية في مقدار فرق الجهد الكهربائي بينهما (تجربة فرداي) وما تأثيره في سعة المتسعة ؟

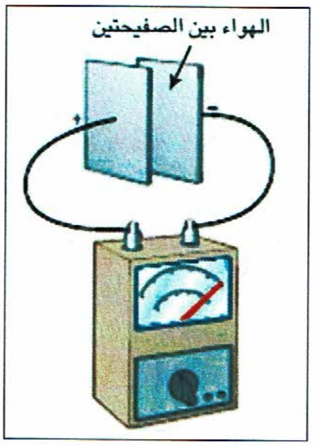
أدوات النشاط :



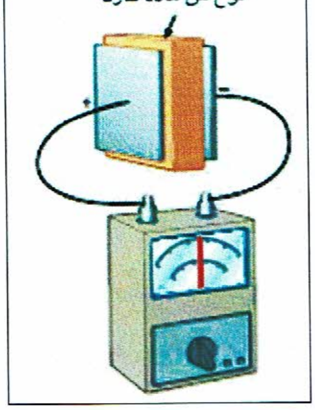
متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (العازل بينهما هواء) غير مشحونة ، بطارية فولطيتها مناسبة ، جهاز فولطميتر ، أسلاك توصيل ، لوح من مادة عازلة كهربائياً (ثابت عزلها k)

خطوات النشاط :

- نربط احد قطبي البطارية بإحدى الصفيحتين ، ثم نربط القطب الأخر بالصفيحة الثانية، ستنشحن إحدى الصفيحتين بالشحنة الموجبة $(+Q)$ والأخرى بالشحنة السالبة $(-Q)$.



- نفصل البطارية عن الصفيحتين .
- نربط الطرف الموجب للفولطميتر بالصفيحة الموجبة ونربط طرفه السالب بالصفيحة السالبة ، نلاحظ انحراف مؤشر الفولطميتر عند قراءة معينة ما يعني تولد فرق جهد كهربائي (ΔV) بين صفيحتي المتسعة المشحونة في الحالة التي يكون فيها الهواء هو العازل بينهما .



• ندخل اللوح العازل بين صفيحتي المتسعة المشحونة ، نلاحظ حصول نقصان في قراءة الفولطميتر .

نستنتج من النشاط :

إدخال مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة المشحونة يتسبب في إنقاص فرق الجهد الكهربائي بينهما بنسبة مقدارها ثابت العزل (k) فتكون $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$ ونتيجة لنقصان فرق الجهد بين الصفيحتين تزداد سعة المتسعة طبقاً للمعادلة $C = \frac{Q}{\Delta V}$ بثبوت مقدار الشحنة Q. إي إن :

سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي تزداد بالعامل (k) فتكون : $C_k = kC$

قوة العزل الكهربائي : اقصى مقدار لمجال كهربائي يمكن ان تتحمله مادة عازلة قبل حصول الانهيار الكهربائي لها وتقاس بوحدة $\frac{\text{فولت}}{\text{متر}}$ $\frac{V}{m}$

ملاحظة : قوة العزل الكهربائي لمادة هي مقياس لقابليتها في الصمود امام فرق الجهد الكهربائي المسلط عليها .

ملاحظة :

1. $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$ تستخدم هذه العلاقة للمتسعة المفصولة عن البطارية فقط .

(ΔV) فرق الجهد بوجود الهواء .

(ΔV_k) فرق الجهد بوجود العازل .

(k) ثابت العزل .

2 $Q_k = kQ$ تستخدم هذه العلاقة للمتسعة المتصلة بالبطارية فقط .

(Q) الشحنة بوجود الهواء .

(Q_k) الشحنة بوجود العازل .

(k) ثابت العزل .

3 $E_k = \frac{E}{K}$ تستخدم هذه العلاقة للمتسعة المفصولة عن البطارية .

(E) شدة المجال الكهربائي بوجود الهواء .

(E_k) شدة المجال الكهربائي بوجود العازل .

س/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء هو العازل بين الصفيحتين ، شحنت بواسطة بطارية ثم فصلت عنها ، ادخل لوح عازل كهربائي بين الصفيحتين ، ماذا يحصل لكل من الكميات الاتية للمتسعة مع ذكر السبب ؟

1 الشحنة المختزنة في اي من الصفيحتين . 2 سعتها . 3 فرق الجهد بين صفيحتيها .

4 المجال الكهربائي بين صفيحتيها . 5 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

الحل

1 الشحنة المختزنة تبقى ثابتة ، لان المتسعة مفصولة عن البطارية .

2 سعتها تزداد وفق العلاقة $C_k = kC$

3 فرق الجهد يقل بمقدار ثابت العزل (k) لان $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$.

4 المجال الكهربائي يقل بمقدار ثابت العزل (k) لان $E_k = \frac{E}{K}$.

5 الطاقة المختزنة تقل وفق العلاقة $PE = \frac{1}{2} Q \Delta V$ حيث $PE \propto \Delta V$ بثبوت (Q)

س/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، ربطت بين قطبي بطارية فاذا ادخل عازل كهربائي والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية ، ماذا يحصل لكل من الكميات التالية للمتسعة مع ذكر السبب ؟

1 فرق الجهد بين صفيحتيها . 2 سعتها . 3 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها .

4 المجال الكهربائي بين صفيحتيها . 5 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

الحل

1 فرق الجهد بين صفيحتيها يبقى ثابت ويساوي فرق جهد البطارية لان المتسعة ماتزال موصولة بالبطارية .

2 سعة المتسعة تزداد بمقدار ثابت العزل لان $C_k = kC$.

3 الشحنة المختزنة تزداد بمقدار ثابت العزل لان $Q_k = kQ$.

4 المجال الكهربائي يبقى ثابت لثبوت كل من فرق الجهد (ΔV) والبعد بين الصفيحتين (d) وفق العلاقة : $E = \frac{\Delta V}{d}$.

5 الطاقة المختزنة تزداد وفق العلاقة :

$$PE = \frac{1}{2}C(\Delta V)^2 \Longrightarrow PE \propto C$$

(بثبوت فرق الجهد ΔV)

ملاحظات مهمة لحل مسائل العازل :

1 $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$ لمتسعة واحدة فقط ومفصولة عن البطارية وفيها عازل.

2 $Q_k = kQ$ لمتسعة واحدة فقط ومتصلة بالبطارية وفيها عازل.

3 عند ادخال عازل بين صفيحتي متسعة وكانت المجموعة مفصولة عن البطارية فان الشحنة الكلية تبقى ثابتة لا تتغير بعد ادخال العازل (لجميع أنواع الربط) اي :

$$Q_k = kQ$$

الشحنة الكلية قبل ادخال العازل ، الشحنة الكلية بعد ادخال العازل

4 عند ادخال عازل بين صفيحتي متسعة وكانت المجموعة متصلة بالبطارية فان فرق الجهد الكلي يبقى ثابت بعد ادخال العازل (لجميع أنواع الربط) اي :

$$\Delta V_{kt} = \Delta V_t$$

فرق الجهد الكلي قبل ادخال العازل — فرق الجهد الكلي بعد ادخال العازل

5 عند اعطاء ثابت العزل (k) معلوم نطبق مباشرة $C_k = kC$.

6 عند طلب ثابت العزل (k) نتبع مايلي :

❖ نجد السعة المكافئة من خلال العلاقة $C_{eq_k} = \frac{Q_{kt}}{\Delta V_{kt}}$

❖❖ نطبق السعة المكافئة للمتسعات وحسب نوع الربط لنجد سعة المتسعة بوجود العازل (C_k).

❖❖❖ نطبق العلاقة: $C_k = kC \Longrightarrow k = \frac{C_k}{C}$

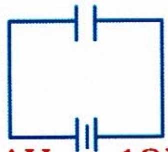
مثال متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(10pF)$ شحنت بوساطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ فاذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم ادخل بين صفيحتيها لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (6) يملأ الحيز بينهما لاحظ الشكل ما مقدار .

1. الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .
2. سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي .
3. فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد إدخال العازل .

الحل

1 قبل ادخال العازل :

$$\left.\begin{matrix} C = 10PF \\ \Delta V = 12V \end{matrix}\right\} Q = C\,\Delta V \Rightarrow Q = 10 \times 12 \Rightarrow Q = 120PC$$



$\Delta V_t = 12V$

2 بعد ادخال العازل :

$$C_k = kC$$

$$C_k = 6 \times 10 \Rightarrow C_k = 60PF$$ سعة المتسعة بوجود العازل

3 الطريقة الاولى :

$$\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} \Rightarrow \Delta V_k = \frac{12}{6}$$

للمتسعة المفصولة عن البطارية فقط

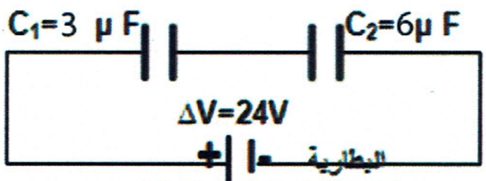
$$\Delta V_k = 2V$$ فرق الجهد بوجود العازل

الطريقة الثانية : ∵ المتسعة مفصولة عن البطارية عند ادخال العازل فان الشحنة بوجود العازل تساوي الشحنة قبل ادخال العازل .

$$\left.\begin{matrix} Q_k = Q = 120PC \\ C_k = 60PF \end{matrix}\right\} \Delta V_k = \frac{Q_k}{C_k} \Rightarrow \Delta V_k = \frac{120}{60} \Rightarrow \Delta V_k = 2V$$

مثال متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 3\mu F, C_2 = 6\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوالي ربطت ومجموعتها بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(24V)$ وكان الفراغ عازلاً بين صفيحتي كل منهما أذا ادخل بين صفيحتي كل منهما لوحاً من مادة عازلة ثابت عزلها (2) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة في حالتين .

1 قبل إدخال العازل . 2 بعد إدخال العازل .



قبل ادخال اللوح العازل

الحل 1 قبل إدخال العازل .

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{2+1}{6} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{6} \Rightarrow C_{eq} = \frac{6}{3}$$

$\therefore C_{eq} = 2\mu F$ السعة المكافئة للمجموعة

$$Q_t = C_{eq} \times \Delta V_t \Rightarrow Q_t = 2 \times 24$$

$Q_t = 48\mu c = Q_1 = Q_2$ لان الربط توالي

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \Rightarrow \Delta V_1 = \frac{48}{3} \Rightarrow \Delta V_1 = 16V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow \Delta V_2 = \frac{48}{6} \Rightarrow \Delta V_2 = 8V$$

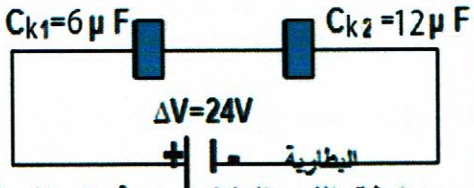
$$PE_{(1)} = \frac{1}{2} Q_1 (\Delta V_1)$$

$$PE_{(1)} = \frac{1}{2} \times 48 \times 10^{-6} \times 16 \Rightarrow PE_{(1)} = 384 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{(2)} = \frac{1}{2} Q_2 (\Delta V_2)$$

$$PE_{(2)} = \frac{1}{2} \times 48 \times 10^{-6} \times 8 \Rightarrow PE_{(2)} = 192 \times 10^{-6} J$$

② بعد إدخال العازل.



بعد ادخال اللوح العازل بين صفيحتي كل منهما

$$C_{k1} = KC_1$$

$$C_{k1} = 2 \times 3 \Rightarrow C_{k1} = 6\mu F$$

$$C_{k2} = KC_2$$

$$C_{k2} = 2 \times 6 \Rightarrow C_{k2} = 12\mu F$$

$$\frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{1}{C_{k1}} + \frac{1}{C_{k2}}$$

$$\frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{2+1}{12} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{3}{12}$$

$$C_{eq\,k} = \frac{12}{3} \Rightarrow C_{eq\,k} = 4\mu F$$

السعة المكافئة للمجموعة بعد ادخال العازل

∵ المجموعة متصلة بالبطارية عند ادخال العازل

∴ فرق الجهد الكلي يبقى ثابت اي :

فرق الجهد الكلي قبل ادخال العازل = فرق الجهد الكلي بعد ادخال العازل

$$\Delta V_{kt} = \Delta V_t = 24V$$

$$\left.\begin{array}{l} C_{eq\,k} = 4\mu F \\ \Delta V_{kt} = 24V \end{array}\right\} Q_{kt} = C_{eq\,k}\,\Delta V_{kt} \Rightarrow Q_{kt} = 4 \times 24$$

$$Q_k\ 96\mu C = Q_{k1} = Q_{k2}$$ توالي

$$\Delta V_{k1} = \frac{Q_{k1}}{C_{k1}} \Rightarrow \Delta V_{k1} = \frac{96}{6} \Rightarrow \Delta V_{k1} = 16V$$

$$\Delta V_{k2} = \frac{Q_{k2}}{C_{k2}} \Rightarrow \Delta V_{k2} = \frac{96}{12} \Rightarrow \Delta V_{k2} = 8V$$

$$PE_{k1} = \frac{1}{2} Q_{k1} (\Delta V_{k1})$$

$$PE_{k1} = \frac{1}{2} \times 96 \times 10^{-6} \times 16 \Rightarrow PE_{k1} = 768 \times 10^{-6} J$$

$$PE_{k2} = \frac{1}{2} Q_{k2} (\Delta V_{k2})$$

$$PE_{k2} = \frac{1}{2} \times 96 \times 10^{-6} \times 8 \Rightarrow PE_{k2} = 384 \times 10^{-6} J$$

حل مسائل الفصل الخاصة بالعازل

س2 كتاب ص42/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(4\mu F)$ ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(20V)$.

1. ما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي المتسعة .
2. أذا فصلت المتسعة عن البطارية وادخل لوح عازل كهربائي بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها إلى $(10V)$ فما مقدار ثابت العزل للوح العازل ؟ وما مقدار سعة المتسعة في حالة العازل بين صفيحتيها ؟

الحل

1. $Q = C\,\Delta V \Rightarrow Q = 4 \times 20 \Rightarrow Q = 80\mu c$

الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة قبل وضع العازل .

2. بعد فصل البطارية عن المتسعة وادخال العازل :

$$\left.\begin{matrix}\Delta V_k = 10V \\ \Delta V = 20V\end{matrix}\right\} \Delta V_k = \frac{\Delta V}{k}$$ للمتسعة المفصولة عن البطارية

$$k = \frac{\Delta V}{\Delta V_k} \Rightarrow k = \frac{20}{10}$$

$k = 2$ ثابت العزل

الطريقة الاولى :

$C_k = kC \Rightarrow C_k = 2 \times 4$

سعة المتسعة بوجود العازل $C_k = 8\mu F$

الطريقة الثانية :

شحنة المتسعة بعد ادخال $Q_k = Q = 80\mu C$

العازل = شحنتها قبل ادخال العازل (لان المتسعة مفصولة عن البطارية) فرق جهد المتسعة بوجود العازل .

$\Delta V_k = 10V$

$C_k = \frac{Q_k}{\Delta V_k} \Rightarrow C_k = \frac{80}{10} \Rightarrow C_k = 8\mu F$

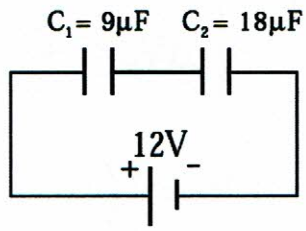
سعة المتسعة بوجود العازل

س3 كتاب ص42 / متسعتان $(C_1 = 9\mu F, C_2 = 18\mu F)$ من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي ، وربطت مجموعتها مع نضيدة فرق الجهد الكهربائي بين قطبيها $(12V)$:

1 احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها .

2 ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (4) بين صفيحتي المتسعة (C_1) (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها بعد إدخال العازل .

الحل 1 قبل ادخال العازل :



$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{2+1}{18}$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{3}{18} \Rightarrow C_{eq} = \frac{18}{3} \Rightarrow C_{eq} = 6\mu F$ السعة المكافئة

$$\left.\begin{array}{l} C_{eq} = 60\mu F \\ \Delta V_t = 12V \end{array}\right\} Q_t = C_{eq}\,\Delta V_t$$

$$Q_t = 6 \times 12 \Rightarrow Q_t = 72\mu C = Q_1 = Q_2$$

$$Q_{total} = C_{eq} \times \Delta V_{total} = 6 \times 12 = 72\mu C$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \Rightarrow \Delta V_1 = \frac{72}{9} \Rightarrow \Delta V_1 = 8V$$

$$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow \Delta V_2 = \frac{72}{18} \Rightarrow \Delta V_2 = 4V$$

$$PE_1 = \frac{1}{2} Q_1\,(\Delta V_1)$$

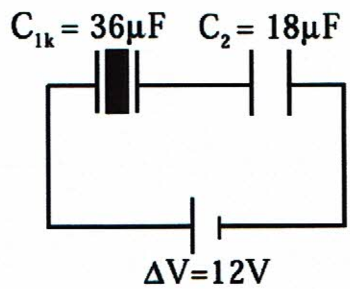
$$PE_1 = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 8 \Rightarrow PE_1 = 288 \times 10^{-6} J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} Q_2\,(\Delta V_2)$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} \times 72 \times 10^{-6} \times 4 \Rightarrow PE_2 = 144 \times 10^{-6} J$$

2 بعد وضع العازل

$$C_{k1} = kC_1 \Rightarrow C_{k1} = 4 \times 9 \Rightarrow C_{k1} = 36\mu F$$



$$\frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{1}{C_{k1}} + \frac{1}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{1}{36} + \frac{1}{18} \Rightarrow \frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{1+2}{36}$$

$$\frac{1}{C_{eq\,k}} = \frac{3}{36} \Rightarrow C_{eq\,k} = \frac{36}{3}$$

السعة المكافئة للمجموعة بعد ادخال العازل $C_{eq\,k} = 12\mu F$

فرق الجهد الكلي يبقى ثابت لان المجموعة متصلة بالبطارية $\Delta V_{kt} = \Delta V_t = 12V$

$Q_{kt} = C_{eq\,k}\,\Delta V_{kt}$

$Q_{kt} = 12 \times 12 \Rightarrow Q_{kt} = 144\mu C = Q_{k1} = Q_2$

$\Delta V_{k1} = \frac{Q_{k1}}{C_{k1}} \Rightarrow \Delta V_{k1} = \frac{144}{36} \Rightarrow \Delta V_{k1} = 4V$

$\Delta V_2 = \frac{Q_2}{C_2} \Rightarrow \Delta V_2 = \frac{144}{18} \Rightarrow \Delta V_2 = 8V$

$PE_{k1} = \frac{1}{2} Q_{k1}\,(\Delta V_{k1})$

$PE_{k1} = \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-6} \times 4 \Rightarrow PE_{k1} = 288 \times 10^{-6} J$

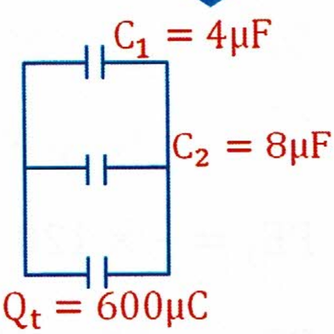
$PE_2 = \frac{1}{2} Q_2\,(\Delta V_2)$

$PE_2 = \frac{1}{2} \times 144 \times 10^{-6} \times 8 \Rightarrow PE_2 = 576 \times 10^{-6} J$

س٥/ متسعتان $(C_1 = 4\mu F, C_2 = 8\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي فأذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $(600\mu C)$ بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

1. احسب لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .
2. ادخل لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية فما مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة وفرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد إدخال العازل .

الحل 1 قبل ادخال العازل



$$C_{eq} = C_1 + C_2 \Rightarrow C_{eq} = 4 + 8 \Rightarrow C_{eq} = 12\mu F$$

$$\Delta V_t = \frac{Q_t}{C_{eq}} \Rightarrow \Delta V_t = \frac{600}{12}$$

$$\Delta V_t = 50V = \Delta V_1 = \Delta V_2$$ توازي

$$Q_1 = C_1 \times \Delta V_1 \Rightarrow Q_1 = 4 \times 50 \Rightarrow Q_1 = 200\mu C$$

$$Q_2 = C_2 \times \Delta V_2 \Rightarrow Q_2 = 8 \times 50 \Rightarrow Q_2 = 400\mu C$$

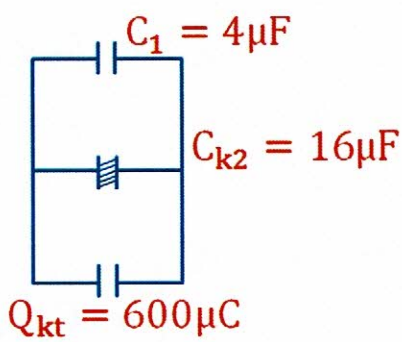
$$PE_1 = \frac{1}{2} Q_1 (\Delta V_1)$$

$$PE_1 = \frac{1}{2} \times 200 \times 10^{-6} \times 50 \Rightarrow PE_1 = 5 \times 10^{-3} J$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} Q_2 (\Delta V_2)$$

$$PE_2 = \frac{1}{2} \times 400 \times 10^{-6} \times 50 \Rightarrow PE_2 = 10^{-2} J$$

2 بعد إدخال العازل :



$$C_{k2} = kC_2 \Rightarrow C_{k2} = 2 \times 8$$

$$C_{k2} = 16\mu F$$ سعة الثانية بوجود العازل

$$C_{eq\,k} = C_1 + C_{k2}$$

$$C_{eq\,k} = 4 + 16 \Rightarrow C_{eq\,k} = 20\mu F$$

الشحنة الكلية للمجموعة تبقى ثابته لان المجموعة مفصولة عن البطارية .

$$\Delta V_{kt} = \frac{Q_{kt}}{C_{eq\,k}} \Rightarrow \Delta V_{kt} = \frac{600}{20} \Rightarrow \Delta V_{kt} = 30V = \Delta V_1 = \Delta V_{k2}$$

$Q_1 = C_1 \times \Delta V_1 \Rightarrow Q_1 = 4 \times 30 \Rightarrow Q_1 = 120\mu C$

$Q_{k2} = C_{k2} \times \Delta V_{k2} \Rightarrow Q_{k2} = 16 \times 30 \Rightarrow Q_{k2} = 480\mu F$

$PE_1 = \frac{1}{2} Q_1 (\Delta V_1)$

$PE_1 = \frac{1}{2} \times 120 \times 10^{-6} \times 30 \Rightarrow PE_1 = 18 \times 10^{-4} J$

$PE_{k2} = \frac{1}{2} Q_{k2} (\Delta V_{k2})$

$PE_{k2} = \frac{1}{2} \times 480 \times 10^{-6} \times 30 \Rightarrow PE_{k2} = 72 \times 10^{-4} J$

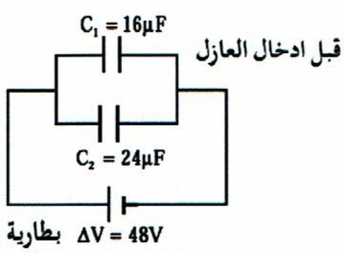
س4 كتاب ص42/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 16\mu F, C_2 = 24\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي ، ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية ، فرق الجهد بين قطبيها $(48V)$ أذا ادخل لوحاً من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الأولى وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $(3456\mu C)$ ما مقدار:

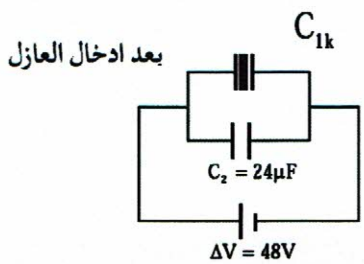
1. ثابت العزل (k) .
2. الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد إدخال المادة العازلة .

الحل

$$\left.\begin{matrix} Q_{kt} = 3456\mu C \\ \Delta V_{kt} = 48V \end{matrix}\right\} * \; C_{eq\,k} = \frac{Q_{kt}}{\Delta V_{kt}} \Rightarrow C_{eq\,k} = \frac{3456}{48}$$

السعة المكافئة للمجموعة بوجود العازل $C_{eq\,k} = 72\mu F$





$**C_{eq\,k} = C_{k1} + C_2$

$72 = C_{k1} + 24 \Rightarrow 72 - 24 = C_{k1}$

$C_{k1} = 48\mu F$ سعة الاولى بوجود العازل

$*** C_{k1} = kC_1 \Rightarrow 48 = 16k \Rightarrow k = \frac{48}{16}$

$k = 3$ ثابت العزل

$Q_1 = C_1 \Delta V_1 \Rightarrow Q_1 = 16 \times 48 \Rightarrow Q_1 = 768\mu C$ شحنة الاولى قبل ادخال العازل

$Q_2 = C_2 \Delta V_2 \Rightarrow Q_2 = 24 \times 48 \Rightarrow Q_2 = 1152\mu C$ شحنة الثانية قبل ادخال العازل

$Q_{k1} = C_{k1}\, \Delta V_{k1}$

$Q_{k1} = 48 \times 48 \Rightarrow Q_{k1} = 2304\mu C$ شحنة الاولى بعد ادخال العازل

$Q_2 = C_2\, \Delta V_2$

$Q_2 = 24 \times 48 \Rightarrow Q_2 = 1152\mu C$ شحنة الثاني بعد ادخال العازل

مسائل واجب

س1/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها 8nF شحنت بواسطة بطارية فرق الجهد بين قطبيها 20V فاذا فصلت المتسعة عن البطارية ثم ادخل بين صفيحتيها لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (4) يملأ الحيز بينهما جد :

1. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة .
2. سعة المتسعة بوجود العازل الكهربائي .
3. فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد ادخال العازل .
4. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي قبل وبعد ادخال العازل .

الجواب/ $(160nc , 32nF , 5V , 1600 \times 10^{-9}J , 400 \times 10^{-9}J)$

س2/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_2 = 6\mu F , C_1 = 3\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوالي . ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها (30V) وكان الهواء عازلاً بين صفيحتي كل منهما . ادخل بين صفيحتي كل منهما لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (3) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة في حالتين :

1. قبل ادخال العازل . 2. بعد ادخال العازل .

الجواب/ قبل العازل $(20V , 10V , 600 \times 10^{-6}J , 300 \times 10^{-6}J)$

بعد العازل $(20V , 10V , 1800 \times 10^{-6}J , 900 \times 10^{-6}J)$

س3[تمهيدي 2014]/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_2 = 6\mu F , C_1 = 12\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوالي . ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(24V)$ ادخل بين صفيحتي كل منهما لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (2) يملأ الحيز بينهما (وما زالت المجموعة متصلة بالبطارية) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل ؟

الجواب/ $(\Delta V_{k1} = 8V , \Delta V_{k2} = 16V)$

س4/ متسعة سعتها $5\mu F$ ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $40V$:

1. ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة .
2. اذا فصلت المتسعة عن البطارية وادخل لوح عازل بين صفيحتيها هبط فرق الجهد بين صفيحتيها الى $20V$ فما مقدار ثابت العزل للوح العازل ثم جد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي قبل وبعد ادخال العازل ؟

الجواب/ $(200\mu C , 2 , 4000 \times 10^{-6} , 2000 \times 10^{-6} J)$

س5/ متسعتان $(C_1 = 6\mu F , C_2 = 12\mu F)$ من ذوات الصفائح المتوازية مربوطتان مع بعضهما على التوالي وربطت مجموعتهما مع نضيدة فرق الجهد بين قطبيها $12V$.

1. احسب مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة فيها .
2. ادخل لوح عازل كهربائي ثابت عزله (4) بين صفيحتي المتسعة C_1 (مع بقاء البطارية مربوطة بين طرفي المجموعة) فما مقدار فرق الجهد بين صفيحتي كل متسعة والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها بعد ادخال العازل .

الجواب/ $(8V , 4V , 192 \times 10^{-6} J , 96 \times 10^{-6} J)$

$(4V , 8V , 192 \times 10^{-6} J , 384 \times 10^{-6} J)$

س6/ متسعتان $(C_2 = 6\mu F , C_1 = 12\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $180\mu C$ بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه :

1 احسب لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

2 ادخال لوح من مادة عازلة كهربائياً ثابت عزلها (4) بين صفيحتي المتسعة الثانية فما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة وفرق جهد كل متسعة بعد ادخال العازل ؟

الجواب/ $(120\mu C , 60\mu C , 600 \times 10^{-6} J , 300 \times 10^{-6} J)$

$(60\mu C , 120\mu C , 5V)$

س7/ متسعتان $(C_1 = 2\mu F , C_2 = 4\mu F)$ ربطتا على التوازي مع بعضهما ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(80V)$ ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الاولى ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $800\mu C$ ما مقدار :

1 ثابت العزل k. 2 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال المادة العازل.

الجواب/ $(3 , 160\mu c , 320\mu C , 480\mu C , 320\mu C)$

بعد ادخال العازل　　قبل ادخال العازل

س8 وزاري/ متسعتان $(C_1 = 4\mu F , C_2 = 8\mu F)$ مربوطتان مع بعضهما على التوازي، فإذا شُحِنت مجموعتهما بشحنة كلية $(600\mu C)$ بواسطة مصدر للفولتية المستمرة ثم فصلت عنه. إحسب:

1 لكل متسعة مقدار الشحنة المختزنة في أيٍ من صفيحتي كل متسعة.

2 ادخِل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثانية أصبحت شحنة هذه المتسعة $(480\mu C)$. جد ثابت العزل (k).

الجواب/ $(k = 2)$

س9/ متسعتان من ذوات الصفيحتين المتوازيتين $(C_1 = 6\mu F , C_2 = 9\mu F)$ ربطتا مع بعضهما على التوالي ثم ربطت مجموعتهما بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(12V)$ ادخل عازل بين صفيحتي المتسعة الاولى ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $72\mu C$ جد .

1 ثابت العزل k .

2 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال المادة العازلة .

الجواب/ $(3 , 43.2\mu C , 72\mu C)$

س10/ $(C_1 = 2\mu F , C_2 = 6\mu F)$ متسعتان من ذوات الصفائح المتوازية ربطتا مع بعضهما على التوازي فاذا شحنت مجموعتهما بشحنة كلية $960\mu C$ بوساطة مصدر للفولطية المستمرة ثم فصلت عنه .

1 ما مقدار فرق الجهد الذي سيظهر على طرفي المجموعة وما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة .

2 اذا وضع عازل بين صفيحتي المتسعة الاولى اصبح فرق الجهد بين طرفي المجموعة $96V$ جد مقدار ثابت العزل k .

الجواب/ $(120V , 240\mu C , 720\mu C , 2)$

س11/ $(C_1 = 2\mu F , C_2 = 4\mu F)$ متسعتان من ذوات الصفائح المتوازية ربطتا مع بعضهما على التوازي فاذا وضع بين صفيحتي المتسعة الاولى عازل ثابت عزله (6) ثم وصلت المجموعة ببطارية فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $1600\mu C$ فما فرق جهد البطارية وشحنة كل متسعة ؟

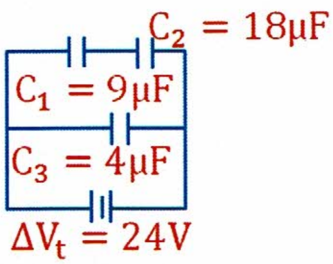
الجواب/ $(100V , 1200\mu C , 400\mu C)$

س12/ متسعة سعتها $4\mu F$ وفرق جهدها $200V$ ربطت على التوازي مع متسعة اخرى غير مشحونة سعتها $6\mu F$ جد :

1. جد مقدار فرق جهد وشحنة كل متسعة بعد الربط .
2. في مجموعة التوازي اذا استبدل الهواء بين صفيحتي المتسعة الثانية بمادة عازلة اصبحت شحنة هذه المتسعة $600\mu C$ فما ثابت العزل (k) .

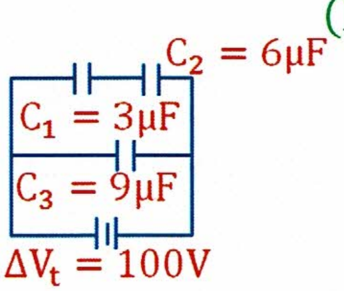
الجواب/ $(80V , 320\mu C , 480\mu C , 2)$

س13[د1 2014]/ في الشكل المجاور ادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثالثة (C_3) (مع بقاء البطارية متصلة بين طرفي المجموعة) فكانت الشحنة الكلية للمجموعة $336\mu C$ جد .



1. ثابت العزل (k) .
2. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي كل متسعة قبل وبعد ادخال العازل بين صفيحتي المتسعة الثالثة ؟

الجواب/ $(k = 2 , 144\mu C , 96\mu C , 144\mu C , 192\mu C)$



س14/ في الشكل المجاور :

1. احسب الشحنة الكلية للمجموعة وشحنة كل متسعة وفرق جهدها .
2. اذا فصلت المجموعة عن البطارية وادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة (C_3) اصبح فرق جهد المجموعة $55V$ جد ثابت العزل وشحنة كل متسعة ؟

الجواب/ $(1100\mu C , 200\mu C , 900\mu C , k = 2 , 110\mu C , 990\mu C)$

س15/ متسعة الهواء عازل بين صفيحتيها مشحونة لفرق جهد مقداره 200V ربطت مع متسعة مماثلة على التوازي موضوع بين صفيحتيها عازل فاصبح فرق الجهد بين طرفي المجموعة 50V جد ثابت العزل .

الجواب/ $(k = 3)$

س16/ متسعة سعتها $(3\mu F)$ والمسافة بين صفيحتيها 2cm ومتسعة ثانية سعتها $(1\mu F)$ موصولتان على التوازي ربطت المجموعة على التوالي مع متسعة ثالثة سعتها $(3\mu F)$ ملئ الحيز بين صفيحتي المتسعة الثانية بعازل ثم وصلت المجموعة ببطارية فرق الجهد بين قطبيها 45V فكان المجال الكهربائي بين صفيحتي الاولى 750V/m جد قيمة ثابت العزل k .

الجواب/ $(k = 3)$

س17/ متسعتان متماثلتان مربوطتان على التوالي ولطرفي بطارية فاذا ادخل عازل ثابت عزله (3) بين صفيحتي احداهما ومازالت المجموعة متصلة بالبطارية ازدادت الشحنة الكلية للمجموعة بمقدار $12\mu C$ جد شحنة كل متسعة قبل وبعد ادخال العازل ؟

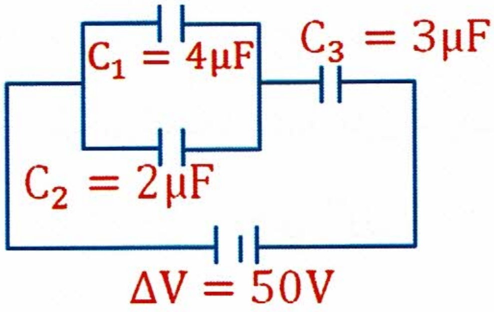
الجواب/ $(24\mu C , 36\mu C)$

س18/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(50\mu F)$ الهواء يملا الحيز بين صفيحتيها . اذا ادخلت مادة عازلة بين صفيحتيها ازدادت سعتها بمقدار $(60\mu F)$ جد ثابت عزل تلك المادة .

الجواب/ $(k = 2.2)$

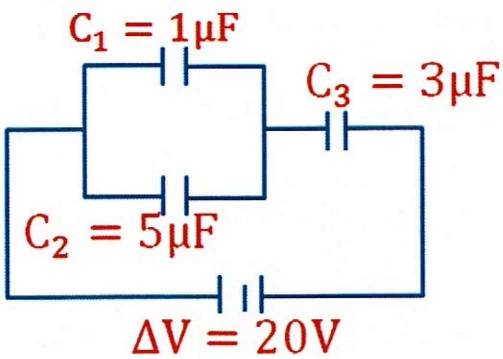
س19/ متسعتان $(C_1 = 120\mu F , C_2 = 30\mu F)$ مربوطتان مع بعض على التوالي ومجموعتهما ربطت بين قطبي بطارية فرق الجهد بين قطبيها $(20V)$ فاذا فصلت المجموعة عن البطارية وادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (2) بين صفيحتي المتسعة الثانية . احسب فرق الجهد والطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي كل متسعة بعد ادخال العازل .

الجواب/ $(\Delta V_1 = 4V , \Delta V_{k2} = 8V , 960 \times 10^{-6} J , 1920 \times 10^{-6} J)$



س20/ في الشكل المجاور اذا وضع لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثالثة مع بقاء البطارية متصلة فأصبحت الشحنة الكلية للمجموعة $200\mu C$ جد ثابت العزل (k) ؟

الجواب/ $(k = 4)$



س21/ من المعلومات المثبتة على الشكل المجاور :

1. جد الشحنة الكلية للمجموعة .
2. اذا فصلت المجموعة عن البطارية وادخل لوح من مادة عازلة ثابت عزلها (k) بين صفيحتي المتسعة الثالثة لاصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة $10V$ جد ثابت العزل (k) .

الجواب/ $(40\mu C , k = 4)$

س22/ متسعة سعتها $(2\mu F)$ والبعد بين لوحيها $(0.1mm)$ شحنت بمصدر فرق جهده $(30V)$.

1 احسب شحنة المتسعة ومقدار المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

2 اذا فصلت المتسعة عن المصدر وادخل عازل بين صفيحتيها اصبحت الطاقة $(3 \times 10^{-4} J)$ احسب فرق جهد المتسعة بعد وضع العازل وثابت العزل (k) .

الجواب/ $(60\mu C , 3 \times 10^{5} V/m , 10V , k = 3)$

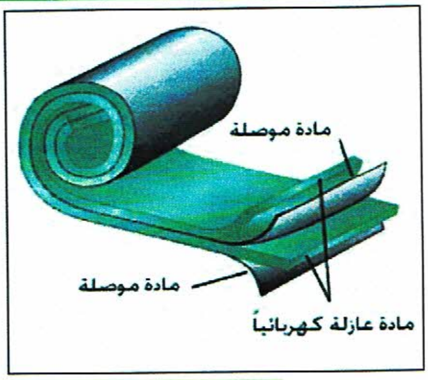
س23/ متسعة سعتها $(15\mu F)$ مشحونة لفرق جهد $(300V)$ ربطت على التوازي مع متسعة اخرى غير مشحونة فاصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة $(100V)$ جد .

1 سعة المتسعة الثانية .

2 شحنة كل متسعة بعد الربط .

3 اذا وضع عازل بين صفيحتي المتسعة الاولى اصبح فرق الجهد على طرفي المجموعة $(75V)$ جد ثابت العزل (k) .

الجواب/ $(C_2 = 30\mu F , Q_1 = 1500\mu C , Q_2 = 3000\mu C , k = 2)$



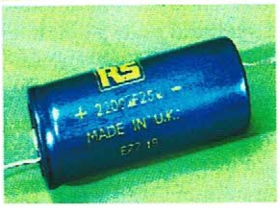
س/ عدّد انواع المتسعات ؟

1 المتسعة ذات الورق المشمع :

تستعمل في العديد من الاجهزة الكهربائية والالكترونية .

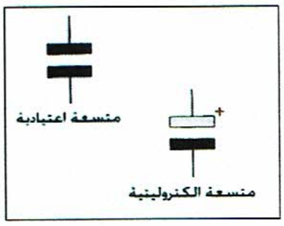
مميزاتها :

(a) صغر حجمها . (B) كبر مساحة الصفائح .



2 المتسعة الالكتروليتية :

تتألف المتسعة الالكتروليتية من صفيحتين احدهما من الالمنيوم والاخرى عجينة الكتروليتية وتتولد المادة العازلة نتيجة التفاعل الكيميائي بين الالمنيوم والالكتروليت وتلف الصفائح بشكل اسطواني .



مميزاتها :

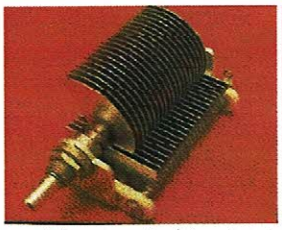
(a) تتحمل فرق جهد كهربائي عالٍ .

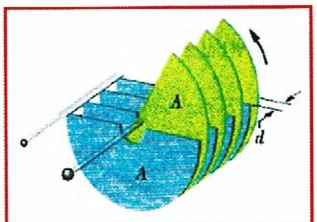
(b) توضع علامة على طرفيها للدلالة على قطبيتها لغرض ربطها في الدائرة الكهربائية بقطبية صحيحة .

س/ لماذا توضع علامة على طرفي المتسعة الالكترونية ؟

ج/ للدلالة على قطبيتها لغرض ربطها في الدائرة بقطبية صحيحة .

3 المتسعة متغيرة السعة ذوات الصفائح الدوارة :





(a) تتألف من مجموعتين من الصفائح بشكل انصاف اقراص احدى المجموعتين ثابتة والاخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت .

(b) اثناء الدوران تتغير المساحة السطحية المتقابلة للصفائح فتتغير سعتها ويفصل الهواء بين كل صفيحتين كعازل .

(c) سعتها هي السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة مع بعضها على التوازي .

(d) تستعمل في دوائر التنغيم في اللاسلكي والمذياع .

س/ اين تستعمل المتسعة متغيرة السعة ؟

ج/ في دوائر التنغيم في اللاسلكي والمذياع .

س/ كيف تتغير سعة المتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوارة ؟

ج/ اثناء الدوران تتغير المساحة السطحية المتقابلة فتتغير سعتها

دائرة تيار مستمر تتألف من مقاومة ومتسعة

س/ ما المقصود بدائرة المتسعة والمقاومة المستمرة ؟

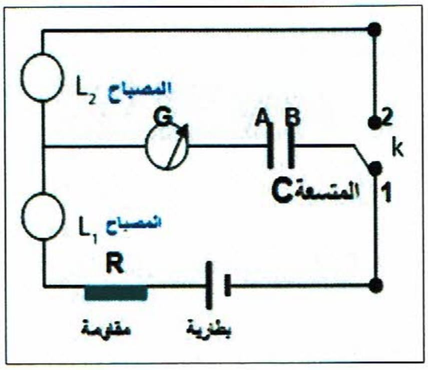
ج/ هي دائرة تيار مستمر تحتوي متسعة ومقاومة وبطارية ويكون تيار هذه الدائرة متغيراً مع الزمن مثل دوائر شحن وتفريغ المتسعة .

س/ اعط نشاط كيفية شحن المتسعة ؟

نشاط 2

أدوات النشاط :

بطارية فولطيتها مناسبة ، كلفانوميتر (G) صفره في وسط التدريجة ، متسعة (C) ذات الصفيحتين المتوازيتين ، مفتاح مزدوج (k) ، مقاومة ثابتة (R) ، مصباحان متماثلان $(L_1 \& L_2)$ ، أسلاك توصيل .



خطوات النشاط :

1 نربط الدائرة كما في الشكل المجاور .

2 نغلق دائرة المتسعة والبطارية والمصباح (L_1) بوضع المفتاح (k) في الموقع (1) .

(وهذا يعني ربط صفيحتي المتسعة بين قطبي البطارية لغرض شحنها)

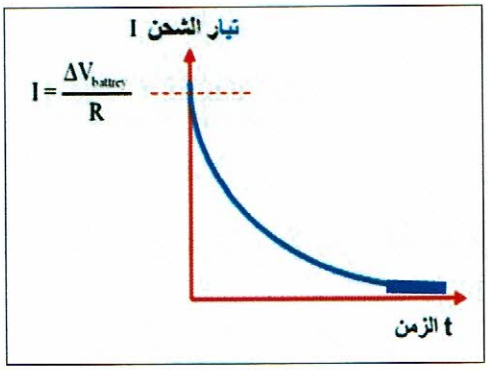
3 نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر (G) لحظياً على احد جانبي الصفر الى اليمين مثلاً ثم يعود بسرعة الى الصفر ونلاحظ في الوقت نفسه توهج المصباح (L_1) بضوء ساطع لبرهة من الزمن ثم ينطفئ وكان البطارية غير مربوطة في الدائرة .

الاستنتاج :

ان سبب رجوع مؤشر الكلفانومتر الى الصفر هو :

بعد اكتمال شحن المتسعة ويصبح فرق الجهد بين صفيحتيها مساوي تماماً لفرق جهد البطارية اي ان المتسعة صارت مشحونة بكامل شحنتها وينعدم فرق الجهد عبر المقاومة فيكون تيار الدائرة = صفر وبالتالي :

(المتسعة تعمل عمل مفتاح مفتوح في دوائر التيار المستمر)



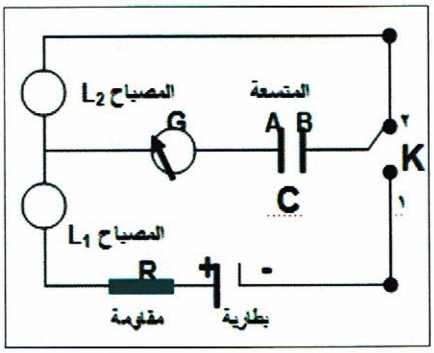
وقد وجد ان تيار الشحن (I) يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق دائرة الشحن ويتناقص مقداره الى الصفر بسرعة عند اكتمال عملية الشحن والخط البياني بين تيار الشحن والزمن .

س/ اعط نشاط كيفية تفريغ المتسعة ؟

نشاط 3

أدوات النشاط :

بطارية ، كلفانومتر (G) ، مفتاح مزدوج (k) ، مقاومة متسعة مشحونة ، مصباحين متماثلين (L_2 , L_1) اسلاك توصيل .



خطوات النشاط :

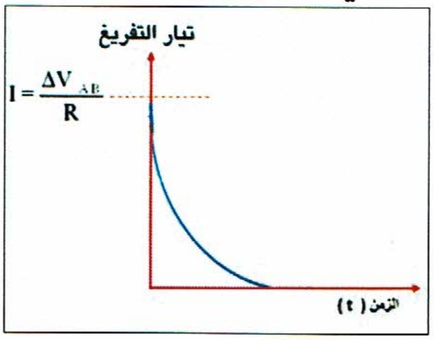
1 نربط الدائرة كما في الشكل المجاور .

2 نجعل المفتاح (k) على الموضع (2) وهذا يعني .

(ربط صفيحتي المتسعة ببعضهما بسلك موصل) نلاحظ انحراف مؤشر الكلفانوميتر (G) لحظياً الى اليسار باتجاه معاكس لعملية الشحن ثم يعود الى الصفر ونلاحظ توهج المصباح (L_2) في الوقت نفسه لبرهه من الزمن ثم ينطفىء .

الاستنتاج :

نستنتج من النشاط ان تياراً لحظياً قد انساب في الدائرة الكهربائية يسمى تيار التفريغ ويتوقف تيار التفريغ (يصبح صفراً) عندما لايتوافر فرق جهد بين صفيحتي المتسعة اي ان $\Delta V_{AB} = 0$.



والخط البياني بين تيار التفريغ وزمن التفريغ .

ولقد وجد ان تيار التفريغ يبدأ بمقدار كبير لحظة اغلاق الدائرة (لحظة ربط صفيحتي المتسعة ببعضها بواسطة سلك موصل) ويهبط الى الصفر بسرعة بعد اتمام عملية التفريغ .

ملاحظات وعلاقات لحل مسائل الدائرة المستمرة $(R - C)$ (المقاومة والسعة)

1 المتسعة على التوازي مع المصباح :

(a) لايجاد تيار الدائرة الكلي نطبق :

$$I_t = \frac{\Delta V_{\text{بطارية}}}{R_t}$$

$$\frac{\Delta V}{R \times I}$$

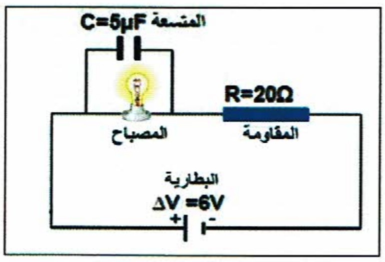
(R_t) المقاومة الكلية .

عند وجود عدة مقاومات متوالية تجمع :

$$R_t = R_{\text{مصباح}} + R_{\text{مربوطة}} + \cdots$$

تيار المصباح = تيار المقاومة = التيار الكلي

$$I_t = I_{\text{مصباح}} = I_R$$



(b) لايجاد فرق جهد المصباح نطبق :

$$\Delta V_{\text{مصباح}} = R_{\text{مصباح}}\, I_{\text{مصباح}}$$

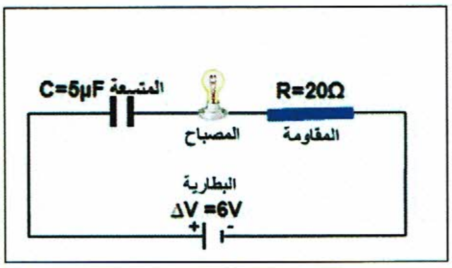
ولايجاد فرق جهد المقاومة نطبق :

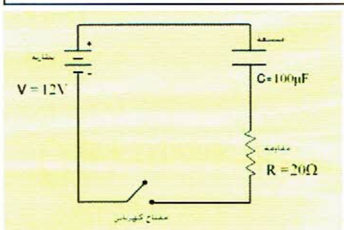
$$\Delta V_R = R_{\text{مربوطة}}\, I_R$$

(c) فرق جهد المصباح = فرق جهد المتسعة

$$\Delta V_c = \Delta V_{\text{مصباح}}$$

2 المتسعة على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية :





(a) لحظة غلق المفتاح :

المقدار الاعظم لتيار الشحن $I_{max} = \dfrac{\Delta V_{\text{بطارية}}}{R_t}$

(b) بعد فترة من غلق المفتاح

$I = 0$ (تيار الدائرة)

$\Delta V_c = \Delta V_{\text{بطارية}}$ فرق جهد المتسعة

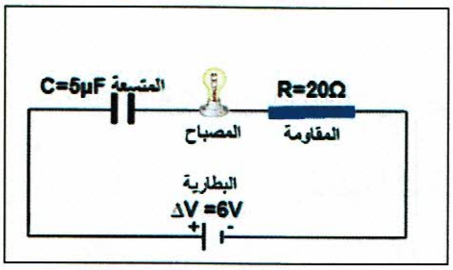
ملاحظة : لإيجاد الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة نطبق : $Q_c = C\,\Delta V_c$

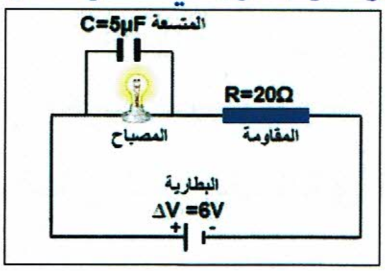
ولإيجاد الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة نطبق $PE = \frac{1}{2}\, Q_2\, \Delta V_c\ (J)$

او اي قانون اخر للطاقة .

مثال دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح كهربائي مقاومته $(r = 10\Omega)$ ومقاومة مقدارها $(R = 20\Omega)$ وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(\Delta V = 6V)$ ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(5\mu F)$. ما مقدار الشحنة المختزنة في إي من صفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي ، لو ربطت المتسعة :

1. على التوازي مع المصباح .
2. على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها ، (بعد فصل المتسعة عن الدائرة الأولى وإفراغها من جميع شحنتها)





الحل 1 المتسعة على التوازي مع المصباح :

$$R_t = R_{\text{مربوطة}} + r_{\text{مصباح}}$$

$$R_t = 20 + 10$$

$$R_t = 30\Omega$$ المقاومة الكلية للدائرة

$$I_t = \frac{\Delta V_{\text{بطارية}}}{R_t}$$

$$I_t = \frac{6}{30} \Rightarrow I_t = 0.2A = I_{\text{مصباح}} = I_{\text{مقاومة}}$$

$$\Delta V_{\text{مصباح}} = r_{\text{مصباح}} \, I_{\text{مصباح}} \Rightarrow \Delta V_{\text{مصباح}} = 10 \times 0.2$$

$$\Delta V_{\text{مصباح}} = 2V = \Delta V_{\text{متسعة}}$$

$$Q_c = C\,\Delta V_c \Rightarrow Q_c = 5 \times 2 \Rightarrow Q_c = 10\mu C$$ مقدار الشحنة

$$PE_c = \frac{1}{2} Q_c \, \Delta V_c$$

$$PE = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \times 2 \Rightarrow PE_c = 10^{-5} J$$ الطاقة الكهربائية المختزنة

2 المتسعة على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية :

بعد اكتمال عملية شحن المتسعة تقطع التيار ويصبح فرق جهدها يساوي فرق جهد البطارية .

$\Delta V_c = \Delta V_{\text{بطارية}} = 6V$

$Q_c = C\,\Delta V_c \Rightarrow Q_c = 5 \times 6 \Rightarrow Q_c = 30\mu C$

$PE_c = \frac{1}{2}\,Q_c\,\Delta V_c$

$PE_c = \frac{1}{2} \times 30 \times 10^{-6} \times 6^3$

$PE_c = 90 \times 10^{-6} J \Rightarrow PE_c = 9 \times 10^{-5} J$

الطاقة الكهربائية المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة

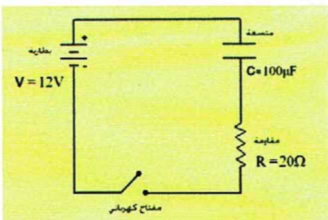
س1 كتاب ص42 / من المعلومات الموضحة في الدائرة الكهربائية في الشكل أدناه احسب .

1 المقدار الأعظم لتيار الشحن ، لحظة إغلاق المفتاح .

2 مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من إغلاق المفتاح (بعد اكتمال عملية الشحن)

3 الشحنة المختزنة في إي من صفيحتي المتسعة .

4 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .



الحل

1 $I_{max} = \frac{V_{\text{بطارية}}}{R} \Rightarrow I_{max} = \frac{12}{20} \Rightarrow I_{max} = 0.6A$

2 $\Delta V_c = \Delta V_{\text{بطارية}} = 12V$

3 $Q_c = C\,\Delta V_c \Rightarrow Q_c = 100 \times 12V$

$Q_c = 1200\mu C$

4 $PE_c = \frac{1}{2} Q_c\,(\Delta V_c)$

$PE_c = \frac{1}{2} \times 1200 \times 10^{-6} \times 12$

$PE_c = 7200 \times 10^{-6} J$ or $PE_c = 72 \times 10^{-4} J$

اسئلة واجب

س1/ دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح مقاومته 6Ω ومقاومة مقدارها 10Ω وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $8V$ فاذا ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $4\mu F$ ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة والطاقة الكهربائية المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة .

1. على التوازي مع المصباح .
2. على التوالي مع المصباح والمقاومة والبطارية في الدائرة نفسها (بعد فصل المتسعة عن الدائرة الاولى وافراغها من جميع شحنتها) .

الجواب/ $(12\mu C , 18 \times 10^{-6} J , 32\mu c , 128 \times 10^{-6} J)$

س2[د2/2013]/ دائرة كهربائية متوالية الربط تحتوي على مصباح كهربائي مقاومته $(r = 5\Omega)$ ومقاومة مقدارها $(R = 10\Omega)$ وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(\Delta V = 12V)$ ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(3\mu F)$ ما مقدار الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة والطاقة المختزنة في مجالها الكهربائي لو ربطت المتسعة على التوازي مع المصباح ؟

الجواب/ $(12\mu C , 24 \times 10^{-6} J)$

س3/ دائرة كهربائية متوالية تحتوي مقاومة مقدارها (30Ω) ومتسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $40\mu F$ وبطارية فرق الجهد بين قطبيها $(15V)$ جد :

1. المقدار الاعظم لتيار الشحن ، لحظة اغلاق المفتاح .
2. مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة بعد فترة من اغلاق المفتاح (بعد اكتمال عملية الشحن) .
3. الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة .
4. الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة .

الجواب/ $(0.5A , 15V , 600\mu C , 4500 \times 10^{-6} J)$

س4/ دائرة كهربائية متوالية تحتوي مصباح كهربائي ومقاومة مقدارها (22Ω) وبطارية مقدار فرق الجهد بين قطبيها $(15V)$ ربطت في الدائرة متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(3\mu F)$ فكان تيار الدائرة $(0.5A)$ جد .

1 مقاومة المصباح . 2 الشحنة المختزنة في اي من صفيحتي المتسعة . 3 الطاقة في المتسعة .

الجواب/ $(8\Omega , 12\mu C , 24 \times 10^{-6} J)$

س/ اذكر بعض التطبيقات العملية للمتسعة ؟ مع التوضيح ؟

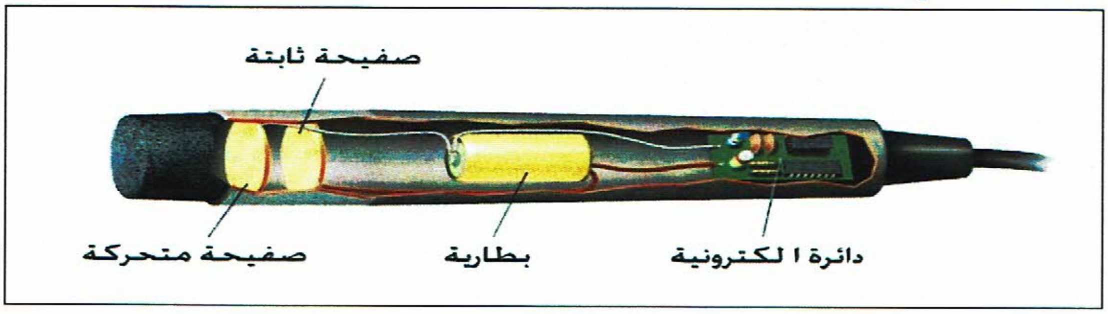


1 المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي في (الفلاش) الكاميرا .

بعد شحن المتسعة بواسطة البطارية الموضوعة في المنظومة فان المتسعة تجهز المصباح بطاقة كافية لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع اثناء تفريغها من شحنتها .

2 المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية (المايكرفون) .

تتكون المتسعة من صفيحتين احداهما صلبة ثابتة والاخرى مرنة حرة الحركة والصفيحتان عند فرق كهربائي ثابت ، فالموجات الصوتية تتسبب في اهتزاز الصفيحة المرنة الى الامام والخلف فيتغير البعد بين الصفيحتين وبالتالي يتغير مقدار سعة المتسعة وبنفس تردد الموجات الصوتية وهذا يعني ان المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية تحول الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية بنفس التردد .



3 المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم عمل عضلات القلب .

المتسعة المشحونة والموجودة في جهاز توليد الصدمة الكهربائية تفرغ طاقتها المختزنة التي تتراوح $(10J \rightarrow 360J)$ في جسم المريض بشكل صدمة كهربائية قوية فتحفز قلبة وتعيد انتظام عملة وهذا يعني :

ان المتسعة المشحونة الموجودة في جهاز التحفيز تفرغ طاقتها المختزنة في جسم المريض بفترة زمنية قصيرة جداً .





4 المتسعة المستعملة في لوحة مفاتيح الحاسوب .



توضع متسعة تحت كل حرف من الحروف في لوحة المفاتيح اذ يثبت كل مفتاح بصفيحة متحركة تمثل احدى صفيحتي المتسعة والصفيحة الاخرى مثبتة في قاعدة المفتاح ، فعند الضغط على المفتاح يقل البعد الفاصل بين صفيحتي المتسعة فتزداد سعتها وهذا يجعل الدوائر الالكترونية الخارجية تتعرف على المفتاح الذي تم ضغطة .

5 المتسعة المستعملة في شاشات اللمس .

عند ملامسة الاصبع للشاشة تتغير سعة المتسعة في الجزء المطلوب الكشف عنه كما في جهاز الهاتف النقال اي فون (I phone) وجهاز اي باد (I pad) والحاسوب والات الاقتراع .

حل اسئلة الفصل الاول

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات التالية :

1 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية ، الهواء يملأ الحيز بين صفيحتيها أدخلت مادة عازله $(k = 2)$ ملأت الحيز بين الصفيحتين فان مقدار المجال الكهربائي (E_k) بين صفيحتها بوجود المادة العازلة مقارنه مع مقدار (E) في حاله الهواء يصير .

(a) $\frac{E}{4}$. (b) 2E . (c) E . (d) $\frac{E}{2}$.

2 وحدة (Farad) تستعمل لقياس سعة المتسعة وهي لا تكافئ أحدى الوحدات الآتية .

(a) $\frac{Coulomb^2}{J}$. (b) $\frac{Coulomb}{V}$. (c) $Coulomb \times V^2$. (d) $\frac{j}{V^2}$.

3 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها C قربت صفيحتيها من بعضهما حتى صار البعد بينهما $\left(\frac{1}{3}\right)$ ما كان عليه ، فان مقدار سعتهما الجديدة يساوي .

(a) $\left(\frac{1}{3c}\right)$. (b) $\left(\frac{1}{9c}\right)$. (c) (3C). (d) (9C).

4 متسعة مقدار سعتها $(20\mu F)$ لكي تختزن طاقة في مجالها الكهربائي مقدارها $(2.5J)$ يتطلب ربطها بمصدر فرق جهده مستمر يساوي .

(a) 150V. (b) 350V. (c) 500v. (d) 250kV .

5 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين سعتها $(50\mu F)$ الهواء عازل بين صفيحتها ، أذا أدخلت مادة عازلة بين صفيحتهما ازدادت سعتها بمقدار $(60\mu F)$ فان ثابت عزل تلك المادة يساوي .

(a) 0.45. (b) 0.55. (c) 1.1. (d) 2.2 .

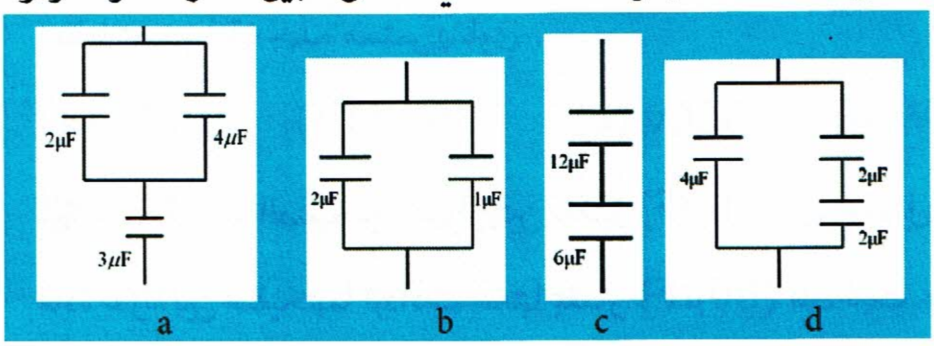
6 وأنت في المختبر تحتاج لمتسعة سعتها (10μF) والمتوافر لديك مجموعة من المتسعات المتماثلة من ذوات السعة (15μF) فان عدد المتسعات التي تحتاجها وطريقة الربط التي تختارها هي .

(a) العدد 4 تربط جميعاً على التوالي .
(b) العدد 6 تربط جميعاً على التوازي .
(c) العدد 3 اثنان منها تربط على التوالي ومجموعتهما تربطها مع الثالثة على التوازي .
(d) العدد 3 اثنان منها تربط على التوازي ومجموعتهما تربطها مع الثالثة على التوالي .

7 متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين ربطت صفيحتيها بين قطبي بطارية تجهز فرق جهد ثابت فإذا أبعدت الصفيحتين عن بعضهما قليلاً مع بقاء البطارية موصله بالصفيحتين فان مقدار المجال لكهربائي بين الصفيحتين .

(a) يزداد والشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها تزداد .
(b) يقل والشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تقل .
(c) يبقى ثابتاً والشحنة المختزنة في إي من صفيحتيها تبقى ثابتاً .
(d) يبقى ثابتاً والشحنة المختزنة في اي من صفيحتيها تزداد .

8 للحصول على اكبر مقدار سعة مكافئة مجموعة المتسعات في الشكل المبين نختار الدائرة المربوطة في الشكل .



الجواب (d)

9 متسعتان (C_1 , C_2) ربطتا مع بعضهما على التوالي ومجموعتهما ربطت بين قطبي البطارية وكان مقدار الأولى اكبر من مقدار سعة الثانية وعند مقارنة فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الأولى (ΔV_1) مع فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة الثانية (ΔV_2) نجد ان .

(a) $\Delta V_2 < \Delta V_1$.   (b) $\Delta V_2 > \Delta V_1$.

(c) $\Delta V_2 = \Delta V_1$.   (d) كل الاحتمالات السابقة يعتمد على شحنة كل منها .

10 ثلاث متسعات (C_1 , C_2 , C_3) مربوطة مع بعضها على التوازي ومجموعتهم ربطت بين قطبي بطارية كان مقدار سعاتها $(C_1 > C_2 > C_3)$ وعند مقارنة مقدار الشحنات المختزنة في أي من صفحتي كل متسعة (Q_1 , Q_2 , Q_3) نجد أن .

(a) $(Q_3 > Q_2 > Q_1)$.   (c) $(Q_1 > Q_2 > Q_3)$.

(b) $(Q_1 > Q_3 > Q_2)$.   (d) $(Q_3 = Q_2 = Q_1)$.

س٢/ عند مضاعفة مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتي متسعة ذات سعة ثابتة، وضّح ماذا يحصل لمقدار كل من:

1 الشحنة المختزنة (Q) في أي من صفيحتيها.

2 الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها.

1 وفق العلاقة:

$$Q = C \, . \Delta V \Longrightarrow Q \propto \Delta V \quad (\text{بثبوت } C)$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} \qquad \Delta V_2 = 2\Delta V_1$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\Delta V_1}{2\Delta V_1} \Longrightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{2} \Longrightarrow Q_2 = 2Q_1$$ تتضاعف الشحنة

2 الطاقة تصبح أربعة أمثال ما كانت عليه:

$$PE = \frac{1}{2}C(\Delta V)^2 \Rightarrow PE \propto (\Delta V)^2$$

$$\frac{PE_1}{PE_2} = \frac{(\Delta V_1)^2}{(\Delta V_2)^2} \qquad \Delta V_2 = 2\Delta V_1$$

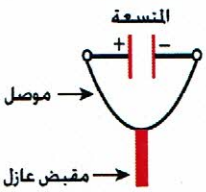
$$\frac{PE_1}{PE_2} = \frac{(\Delta V_1)^2}{(2\Delta V_1)^2} \Rightarrow \frac{PE_1}{PE_2} = \frac{\Delta V_1^2}{4\Delta V_1^2} \Rightarrow \frac{PE_1}{PE_2} = \frac{1}{4}$$

$$PE_2 = 4PE_1$$

الطاقة المختزنة تُصبح أربعة أمثال ما كانت عليه.

س٣/ متسعة مشحونة، فرق الجهد بين صفيحتيها عالٍ جداً (وهي مفصولة عن مصدر الفولطية). تكون مثل هذه المتسعة ولمدة زمنية طويلة خطرة عند لمس صفيحتيها باليد مباشرة؟ ما تفسيرك لذلك؟ اذكر الإجراء اللازم اتخاذه لكي تتمكن من أن تلمس هذه المتسعة بيدك مباشرةً وبأمان.

ج/ انّ هذه المتسعة تحمل مقدار كبير من الشحنة فعند لمسها باليد مباشرةً ستفرغ شحنتها في جسم الإنسان فتسبب له صعقة كهربائية.



الإجراء: تفريغ المتسعة من شحنتها بربط صفيحتيها بسلك موصل أو إستعمال مفرغ الشحنات.

س٤/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين (الهواء عازلاً بين صفيحتها) وضّح كيف يتغير مقدار سعتها بتغير كل من العوامل الآتية (مع ذكر العلاقة الرياضية التي تستند عليها في جوابك):

1 المساحة السطحية للصفيحتين.

2 البعد بين الصفيحتين.

3 نوع الوسط العازل بين الصفيحتين.

ج/ وفق العلاقة:

$$C_k = K\epsilon_o \frac{A}{d}$$

1 تزداد سعة المتسعة بزيادة المساحة السطحية (A)؛ لأن السعة تتناسب طردياً مع المساحة $(C \propto A)$ بثبوت كل من (الوسط العازل والبعد بين الصفيحتين).

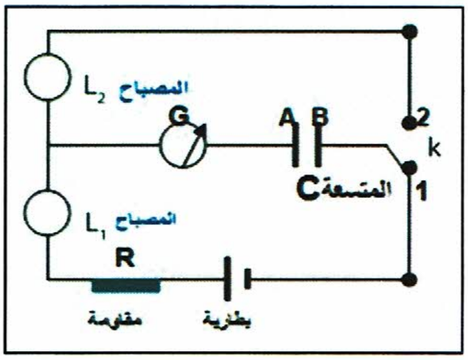
2 تقل سعة المتسعة بزيادة البعد (d)؛ لأن السعة تتناسب عكسياً مع البعد $\left(C \propto \frac{1}{d}\right)$ بثبوت كل من (الوسط العازل والمساحة السطحية).

3 تزداد سعة المتسعة بإدخال مادة عازلة كهربائياً بين صفيحتيها، إذ تكون $(C_k = KC)$ بثبوت كل من (المساحة (A) والبعد (d)).

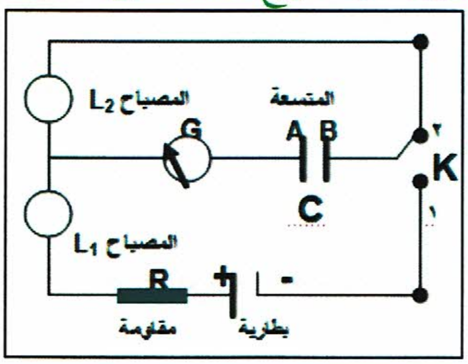
س٥/ ارسم مخطط الدائرة الكهربائية (مع التأشير على أجزائها) توضح فيها .

ج/

1 عملية شحن المتسعة .

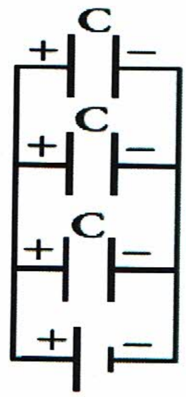


2 عملية تفريغ المتسعة من شحنتها .



س٦/ لديك ثلاث متسعات متماثلة سعة كل منها (C) ومصدراً للفولطية المستمرة فرق الجهد بين قطبيه ثابت المقدار. أرسم مخطط لدائرة كهربائية تبين فيه الطريقة المناسبة لربط المتسعات الثلاث جميعها في الدائرة للحصول على اكبر مقدار للطاقة الكهربائية يمكن خزنه في المجموعة، ثم اثبت ان الترتيب الذي تختاره هو الأفضل.

ج/ نربط المتسعات الثلاث على التوازي مع بعضها بين قطبي البطارية فتزداد السعة المكافئة للمجموعة:



$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 \Rightarrow C_{eq} = 3C$$

وحسب معادلة الطاقة :

$$P.E = \frac{1}{2} C\, (\Delta V)^2$$

$PE \propto C$ بثبوت فرق الجهد (ΔV)

$$\frac{P.E_1}{P.E_t} = \frac{C}{C_{eq}} \Rightarrow \frac{P.E_1}{P.E_t} = \frac{C}{3C} \Rightarrow \frac{P.E_1}{P.E_t} = \frac{1}{3}$$

$$P.E_t = 3P.E_1$$

تزداد الطاقة المختزنة الى ثلاثة أمثال ما كانت عليه للمتسعة الواحدة.

(أي ربط آخر غير (توالي أو مختلط) تكون السعة المكافئة للمجموعة أقل من حالة الربط على التوازي).



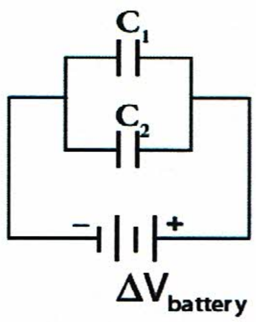
س٧/ هل أن المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة ذات الصفائح الدوّارة مربوطة مع بعضها على التوالي؟ أم على التوازي ؟ وضح ذلك.

ج/ المتسعات المؤلفة للمتسعة متغيرة السعة تكون مربوطة مع بعضها على التوازي. إذ تتألف من مجموعتين من الصفائح، احداهما ثابتة والأخرى يمكنها الدوران حول محور ثابت. وعند شحنها تُربط إحدى المجموعتين بالقطب الموجب للبطارية وتُربط المجموعة الأخرى بالقطب السالب للبطارية. فتكون إحدى المجموعتين بجهد موجب والأخرى بجهد سالب ، وهذه هي ميزة الربط على التوازي.

س٨/ ربطت المتسعة (C_1) بين قُطبي بطارية، وضّح ماذا يحصل لمقدار كل من فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة (C_1) والشحنة المختزنة فيها لو رُبطت متسعة أخرى (C_2) غير مشحونة مع المتسعة (C_1) (مع بقاء البطارية في الدائرة) وكانت طريقة الربط :

اولاً : على التوازي مع (C_1).   ثانياً : على التوالي مع (C_1).

ج/ أولاً :



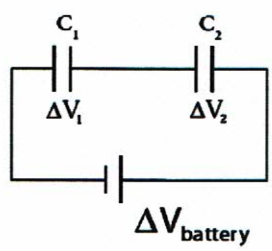
(ΔV_1) ثابت لأنّ: $(\Delta V_1 = \Delta V_2 = \Delta V_t)$.

(Q_1) ثابتة لأنّ: $(Q_1 = C_1 . \Delta V_1)$ (بثبوت C_1).

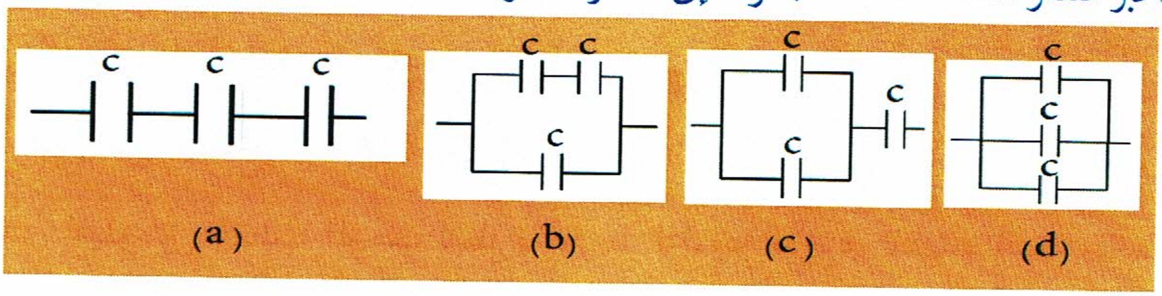
ثانياً :

(ΔV_1) يقل لأنّ: $(\Delta V_t = \Delta V_1 + \Delta V_2 \Longrightarrow \Delta V_1 = \Delta V_t - \Delta V_2)$.

(Q_1) تقل بسبب نقصان (ΔV_1) حسب العلاقة $(Q_1 = C_1 . \Delta V_1)$ حيث $(Q_1 \propto \Delta V_1)$ (بثبوت C_1).



س٩/ في الشكل المتسعات الثلاث متماثلة سعة كل منها (c) رتب الأشكال الأربعة بالتسلسل من اكبر مقدار للسعة المكافئة للمجموعة إلى اصغر مقدار .



ج/ (d > b > c > a).

س١٠/ (a) اذكر ثلاثة تطبيقات عملية للمتسعة، ووضّح الفائدة العملية من استعمال تلك المتسعة في كل تطبيق.

ج/

1. المتسعة الموضوعة في منظومة المصباح الومضي: الفائدة منها تجهيز المصباح بطاقة كافية لتوهجه بصورة مفاجئة بضوء ساطع.
2. المتسعة الموضوعة في اللاقطة الصوتية: الفائدة منها تحويل الذبذبات الميكانيكية الى ذبذبات كهربائية بنفس التردد.
3. المتسعة الموضوعة في جهاز تحفيز وتنظيم عمل عضلات القلب: الفائدة منها تفرغ طاقتها في جسم المريض بفترة زمنية قصيرة جداً بطريقة الصدمة الكهربائية فتحفّز قلبه وتعيد إنتظام عمله.

(b) متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين مشحونة ومفصولة عن البطارية، لو ملأ الحيز بين صفيحتيها بالماء النقي بدلاً من الهواء فإنّ مقدار فرق الجهد الكهربائي بين صفيحتيها سينخفض. ما تعليل ذلك ؟

ج/ بما إن المتسعة مفصولة عن المصدر فإن إدخال العازل يسبّب نقصان مقدار المجال الكهربائي بين الصفيحتين بنسبة ثابت العزل (k) فيقل فرق الجهد بنسبة (k).

(c) اذكر فائدتين عمليتين تتحققان من إدخال مادة عازلة كهربائية تملأ الحيز بين صفيحتي متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين بدلاً من الفراغ؟

ج/

1 زيادة سعة المتسعة $(C_k = kC)$.

2 منع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين صفيحتيها عند تسليط فرق جهد كهربائي كبير بين صفيحتيها.

(d) ما العامل الذي يتغير في المتسعة الموضوعة في لوحة المفاتيح في جهاز الحاسوب أثناء استعمالها ؟

ج/ البعد بين الصفيحتين هو الذي يتغير، فعند الضغط على المفتاح يقل البعد فتزداد سعة المتسعة فتتغير سعة المتسعة تحت ذلك المفتاح، وعندها يتم تعيين الحرف المطلوب في اللوحة.

(e) ما مصدر الطاقة الكهربائية المجهزة للجهاز الطبي المستعمل لتوليد الصدمة الكهربائية لغرض تحفيز وإعادة انتظام عمل قلب المريض؟

ج / الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة الموضوعة في الجهاز.

(f) ما التفسير الفيزيائي لكل من:

1 ازدياد مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوازي .

2 نقصان مقدار السعة المكافئة لمجموعة المتسعات المربوطة على التوالي .

ج/ 1 بسبب إزدياد المساحة السطحية للمتسعة المكافئة للتوازي $(C \propto A)$.

2 بسبب إزدياد البعد بين الصفيحتين للمتسعة المكافئة للتوالي $\left(C \propto \frac{1}{d}\right)$ حسب العلاقة:

$$C_k = K\epsilon_o \frac{A}{d}$$

س١١/ علل ما يلي :

1 المتسعة الموضوعة في دائرة التيار المستمر تعد مفتاحاً مفتوحاً ؟

ج/ لأنه بعد إكمال شحن المتسعة ويُصبح فرق الجهد بين صفيحتيها مساوي لفرق جهد البطارية فإنها تقطع التيار $(I = 0)$.

2 يقل مقدار المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عند إدخال مادة عازلة بين صفيحتيها ؟

ج / وذلك بسبب تولد مجال كهربائي داخل العازل (E_d) معاكس للمجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (E) فيقل المجال المحصل $(E_k = E - E_d)$ فيقل بنسبة ثابت العزل للمادة $E_k = \frac{E}{k}$.

3 تحديد مقدار أقصى فرق جهد كهربائي يمكن أن تعمل عنده المتسعة ؟

ج/ لمنع الانهيار الكهربائي المبكر للعازل بين الصفيحتين نتيجة لعبور الشرارة الكهربائية خلاله فتتفرغ المتسعة من شحنتها وبالتالي تلفها.

س١٢/متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، شحنت بوساطة بطارية ثم فصلت عنها ، وعندما ادخل لوح عازل كهربائياً ثابت عزلة $(k = 2)$ بين صفيحتيها ، ماذا يحصل لكل من الكميات الآتية للمتسعة (مع ذكر السبب) .

(a) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها. (b) سعتها . (c) فرق الجهد بين صفيحتها .

(d) المجال الكهربائي بين صفيحتيها . (e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

ج/ (a) الشحنة المختزنة تبقى ثابتة ، لان المتسعة مفصولة عن البطارية .

(b) سعتها تزداد إلى الضعف .

على وفق العلاقة : $C_k = kc = 2C$

(c) فرق الجهد بين الصفيحتين يقل إلى نصف ما كان عليه .

على وفق العلاقة : $\Delta V_k = \frac{\Delta V}{k} = \frac{1}{2}\Delta V$

(d) يقل المجال الكهربائي إلى نصف ما كان عليه .

على وفق العلاقة : $E_k = \frac{E}{k} = \frac{1}{2}E$

(e) تقل الطاقة إلى نصف ما كانت عليه .

على وفق العلاقة : $PE = \frac{1}{2}C\,(\Delta V)^2$

$PE \propto \Delta V$ (Q) بثبوت

$$\frac{PE}{PE_k} = \frac{\Delta V}{\Delta V_k} \Rightarrow \frac{PE}{PE_k} = \frac{\Delta V}{\frac{1}{2}\Delta V} \Rightarrow \frac{PE}{PE_k} = \frac{1}{\frac{1}{2}}$$

$$PE_k = \frac{1}{2}PE$$

س١٣/ متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين الهواء عازل بين صفيحتيها ، ربطت بين قطبي بطارية وعندما ادخل عازل كهربائي ثابت عزله $(k = 6)$ والمتسعة مازالت موصولة بالبطارية ، ماذا يحصل لكل من الكميات التالية للمتسعة (مع ذكر السبب) .

(a) فرق الجهد بين صفيحتيها . (b) سعتها . (c) الشحنة المختزنة في أي من صفيحتيها .

(d) المجال الكهربائي بين صفيحتيها . (e) الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها .

ج/ (a) فرق الجهد بين صفيحتيها يبقى ثابتاً ويساوي فرق جهد البطارية (لان المتسعة لم تزل موصولة بالبطارية) .

(b) سعة المتسعة تزداد بنسبة ثابت العزل الكهربائي $(k = 6)$.

$$C_k = kC = 6C$$

(c) شحنة المتسعة تزداد بنسبة ثابت العزل الكهربائي $(k = 6)$.

$$Q_k = kQ = 6Q$$

(d) المجال الكهربائي يبقى ثابتاً لثبوت كلٍ من فرق الجهد الكهربائي والبعد بين الصفيحتين .

على وفق العلاقة : $E = \frac{\Delta V}{d}$

(e) الطاقة المختزنة تزداد الى ست امثال ما كانت عليه .

على وفق العلاقة : بثبوت (ΔV)

$$PE = \frac{1}{2} Q \Delta V \Rightarrow PE \propto Q$$

$$\frac{PE}{PE_k} = \frac{Q}{Q_k} \Rightarrow \frac{PE}{PE_k} = \frac{Q}{6Q} \Rightarrow \frac{PE}{PE_k} = \frac{1}{6}$$

$$PE_k = 6PE$$

تمت بعونه تعالى

للمزيد من الملازم والدروس وكل ما يخص طلبة السادس الأعدادي زورونا على مواقع التواصل الأجتماعي ...

رحلة التفوق في السادس

رحلة التفوق في السادس

telegram.me/A_M_Z_F

رحلة التفوق في السادس

www.instagram.com/rt_edu

رحلة التفوق في السادس

عطاء بلا حدود